N° 12 30 JUIN 1930

Revue générale des Sciences pures et appliquées

FONDATEUR : Louis OLIVIER (1890-1910) — DIRECTEUR : J.-P. LANGLOIS (1910-1923)

DIRECTEUR : Louis MANGIN, Membre de l'Institut, Directeur du Muséum national d'Histoire Naturelle

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. CH. DAUZATS, 8, place de l'Odéon, Paris, — La reproduction et la traduction des œuvres et des travaux publiés dans la *Revue* sont complètement interdites en France et en pays étrangers y compris la Suède, la Norvège et la Hollande.

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Astronomie.

La composition de l'atmosphère solaire.

Les progrès de la théorie moderne de la production des spectres laissent espérer que nous serons bientôt en mesure de déduire de l'étude du spectre solaire une analyse quantitative exacte de l'atmosphère absorbante qui y produit les raies de Fraunhofer. Il semble que des résultats précis pourront être obtenus par l'analyse microphotométrique de ces raies, comme l'a montré en particulier Unsöld[1]; mais une telle analyse se heurte encore à de très grosses difficultés théoriques et expérimentales, quand ce ne serait que la trop grande finesse de la plupart des raies, qui empêche, avec les spectrographes dont nous disposons actuellement, de reconnaître avec précision la forme de leur contour.

On ne possède donc guère comme données, pour l'immense majorité des raies de Fraunhofer, que l'estimation de leur intensité faite par Rowland sur une échelle entièrement arbitraire. Le « calibrage » de cette échelle de Rowland, par comparaison entre elles des raies d'un même multiplet, a fait récemment l'objet d'un important travail à l'observatoire du Mont Wilson[2] : ce calibrage donne en valeur relative, pour chaque région spectrale, le nombre d'atomes agissant effectivement pour la production d'une raie d'intensité donnée.

M. Russell[3] a pensé qu'il était possible d'utiliser les mesures données par Unsöld pour quelques raies pour transformer ce calibrage relatif en un calibrage absolu : il arrive à la conclusion que le nombre d'atomes par centimètre carré de surface solaire nécessaire pour produire une raie d'intensité 0 de l'échelle de Rowland est $N_0 = 6\ 10^{12}$, les valeurs de log N_0 données par les différentes raies ne s'écartant pas de plus d'une unité de la valeur moyenne. En faisant la somme des nombres d'atomes agissant pour la production des différentes raies ayant, dans l'absorption, un même niveau atomique de départ, M. Russell calcule le nombre MN_0 d'atomes présents, dans cet état, dans l'atmosphère solaire. Le potentiel d'excitation E nécessaire pour amener l'atome de son état normal au niveau d'énergie considéré est exactement connu par la valeur du terme spectroscopique correspondant; il est alors possible de calculer, par la relation de Boltzmann de l'équilibre thermodynamique, le nombre total AN_0 d'atomes neutres de l'élément considéré. En admettant T = 5040° pour la température de la chromosphère, et en désignant par W le poids quantique total de l'état auquel s'applique le calcul, on obtient la relation :

$$\log. A = \log. M - \log. W + 0{,}85\ E.$$

Le tableau I donne dans la colonne intitulée « Soleil » les valeurs des « abondances » log A ainsi obtenues pour les principaux éléments. La colonne intitulée « Etoiles » donne les facteurs correspondants obtenus par Miss Payne[1] pour les atmosphères stellaires. Les 3 dernières colonnes permettent de

1. *Zeitschrift für Physik*, t. 46 (1928), p. 765.
2. RUSSELL, ADAMS et MOORE, *Astrophysical Journal*, t. 68 (1928), p. 1.
3. *Astrophysical Journal*, t. 70 (1929), p. 11.

1. *Stellar Atmospheres*, Cambridge (Mass.) 1925, p. 184.

même de comparer la composition du Soleil à la composition moyenne de la croûte terrestre[1], en y comprenant bien entendu l'atmosphère et l'Océan, et à la composition moyenne des météorites[2]; la quantité

Tableau I

Eléments	Log A		Log Q		
	Soleil	Etoiles	Soleil	Croûte terrestre	Météorites
H	11,5	12,9	11,5	8,3	6,9
He	—	10,2			
O	9,0	8,0	10,2	9,7	9,6
Si	7,3	7,5	8,8	9,7	9,3
Mg	7,8	7,5	9,2	8,6	9,1
Fe	7,2	6,2	9,0	9,0	9,4
Ca	6,7	6,7	8,3	8,8	8,1
Na	7,2	7,1	8,6	8,7	7,8
.....	.....	.....	.....	.....	.....

Q, dont le logarithme est porté dans ces dernières colonnes, se déduit de la quantité A en la multipliant par la masse atomique : tandis que les nombres A expriment les compositions en nombres d'atomes — ou en volumes pour les corps gazeux — les nombres Q expriment les compositions en masses.

On ne peut qu'être frappé, d'une part de la très bonne concordance des résultats de M. Russell et de ceux de Miss Payne, d'autre part de la ressemblance générale qui existe entre les différents corps célestes. Le seul trait particulier qui distingue les atmosphères stellaires des météorites est l'exceptionnelle abondance de l'hydrogène : c'est cette abondance que traduit bien le Tableau II, qui donne d'après M. Russell, la composition en volume et en poids de l'atmosphère solaire :

Tableau II

Eléments	En volume	En poids
Hydrogène	60	60
Hélium	2	8
Oxygène	2	32
Métaux	1	32
Electrons libres	0,8	0
Total	65,8	132

Quelle est la valeur des nombres ainsi obtenus? Il est certain que la théorie par laquelle Unsöld interprète la largeur des raies de Fraunhofer peut être contestée, et que la valeur absolue du nombre N° n'a peut-être pas grande signification — ou, si l'on veut, qu'il est impossible de préciser à quelle profondeur de l'atmosphère solaire est limitée la couche de cette atmosphère qui contient précisément les nombres absolus d'atomes indiqués par M. Russell. Mais les valeurs relatives des nombres M échappent à cette critique, et il semble bien que les ordres de grandeur adoptés pour ces nombres doivent être à peu près exacts; on peut remarquer d'autre part que le terme le plus important dans le calcul de log A est plus souvent le terme 0,85 E que le terme log M, et que le potentiel d'excitation E est toujours très bien connu.

Le travail de M. Russell met donc en même temps en évidence l'importance de ce potentiel E, qui mesure l'énergie de l'état où l'atome doit être amené pour pouvoir absorber une raie. Il faut fournir 10 volts à l'atome d'hydrogène pour qu'il soit dans un état tel qu'il puisse absorber la raie H_α : il n'y a qu'une très faible proportion de l'hydrogène solaire qui puisse absorber cette raie et son existence sous forme de raie intense montre que l'atmosphère solaire est presque entièrement composée d'hydrogène. De même, si certains éléments comme P, Cl, A, etc. n'apparaissent pas dans le spectre solaire, c'est parce que les raies qu'il possèdent dans la partie observable de ce spectre — entre 3.200 et 10.000 A — correspondent à des potentiels E élevés, et que leur intensité ne pourrait être suffisante à les rendre perceptibles que s'ils existaient sur le Soleil dans une proportion très élevée. M. Russell a examiné à ce point de vue tous les éléments absents du spectre solaire, et il conclut très nettement que, dans tous les cas, sauf peut-être un ou deux, cette absence est purement explicable pour des raisons spectroscopiques, de sorte que nous n'avons aucun motif de supposer qu'aucun des éléments qui composent la croûte terrestre ne se retrouve en proportion correspondante sur le Soleil.

G. B.

1. Clarke et Washington : *Proceedings of the National Academy of Sciences*, t. 8 (1922), p. 114.
2. Merrill, *ibid.*, t. 1 (1915), p. 429.

§ 2. — Sciences naturelles.

La question des isthmes pléistocènes dans la Méditerranée occidentale à la lumière des recherches sur les Eléphants fossiles des îles.

Un certain nombre de savants ont admis, pour expliquer les premières migrations humaines, l'existence à l'époque pléistocène de communications continentales entre l'Europe et l'Afrique, par le moyen d'un isthme sicilo-tunisien qui aurait permis le passage des Mammifères et de l'homme. Cette hypothèse se basait sur diverses données paléontologiques et préhistoriques : d'une part, présence de l'Eléphant d'Afrique dans les dépôts quaternaires de Sicile, et d'un Eléphant de type maltais dans la faune pléistocène de l'Afrique du Nord; d'autre part, présence en Sicile d'une industrie moustérienne paraissant contemporaine de l'Eléphant d'Afrique européen.

M. Raymond Vaufrey a soutenu récemment devant la Faculté des Sciences de Paris une thèse qui est le fruit de longues et patientes recherches et qui, en réduisant à néant l'hypothèse qui précède, renouvelle complètement tout à la fois la question des isthmes méditerranéens et nos connaissances sur les Eléphants nains des îles de la Méditerranée[1].

M. Vaufrey fait d'abord justice de l'argument emprunté à la Préhistoire. Il a visité plus de 70

1. *Arch. de l'Institut de Paléontologie humaine*, n° 6, 1929.

grottes en Sicile et n'y a jamais trouvé que deux niveaux paléontologiques successifs : l'un formé en partie d'espèces éteintes, groupées autour des Eléphants nains, et sans la moindre trace d'intervention humaine ; l'autre constitué par des espèces plus récentes, avec des débris de cuisine des hommes du Paléolithique supérieur. Aucune trace d'hommes chelléens ou moustériens : si le pont entre la Tunisie et la Sicile a existé, en tous cas il n'a pas été emprunté par l'homme.

Mais la possibilité d'un pont de cette nature devient plus que problématique si l'on envisage la profondeur des fonds sous-marins entre l'extrémité occidentale de la Sicile et le Cap Bon, beaucoup plus grande qu'on ne le croyait autrefois, et elle est nettement exclue par l'étude des faunes des deux régions : l'une, celle d'Afrique, si nombreuse avec sa dominance caractéristique d'Antilopes et de Gazelles; l'autre, celle de Sicile, résiduelle, formée en très grande partie par les Eléphants nains.

M. R. Vaufrey a établi d'une façon certaine qu'en Sicile et à Malte, comme dans la plupart des grandes îles de la Méditerranée, tous les restes d'Eléphants appartiennent au phylum de l'*Elephas antiquus*, à l'exclusion de l'Eléphant d'Afrique, et peuvent être répartis en trois races de taille décroissante : *E. a. mnaidriensis* (1 m. 90), *E. a. melitensis* (1 m. 40) et *E. a. Falconeri* (0 m. 90). Les couches qui les renferment, vraisemblablement d'âge wurmien, abritent d'autres espèces pléistocènes, mais aucune typiquement africaine. Les îles méditerranéennes étaient donc alors en communication avec l'Europe, dont elles ne se sont détachées qu'au Pléistocène, peut-être même plus tard en ce qui concerne Malte.

D'après M. Vaufrey, l'origine des Eléphants nains doit être cherchée dans les îles mêmes, à la suite de mutations opérées indépendamment, à partir d'un petit groupe de représentants de l'espèce souche, sous l'influence de la ségrégation résultant de leur isolement, et favorisées par une ambiance climatique défavorable. Les mêmes causes ont d'ailleurs engendré la production d'autres races naines des espèces *Hippopotamus amphibius*, *Ursus arctos* et *Vulpus vulgaris*, qu'on rencontre dans les mêmes couches. Et le fait qu'on n'a encore trouvé aucune race naine sur le continent, à l'exception des animaux domestiques, semble bien prouver que la ségrégation due à l'insularité est la cause véritable du nanisme.

L. B.

*
**

Pluviométrie et rendement en sucre de la canne.

La pluviométrie exerce sur le rendement en sucre de la canne une action des plus nettes — connue depuis toujours, pourrait-on dire — que la configuration de certaines îles tropicales met bien en évidence. Suivant qu'il s'agit de plantations situées « au vent » ou « sous le vent », c'est-à-dire exposées directement au souffle des alizés ou protégées de leur action par une chaîne de montagnes, on obtient des cannes à richesse saccharine différente. Les cannes des régions au vent sont moins riches que les cannes des plantations sous le vent. Une statistique toute récente que nous avons sous les yeux met bien en évidence cette constatation. Il s'agit de la campagne sucrière 1929-1930 à l'Ile de La Réunion.

La récolte totale des cannes à sucre a fourni un tonnage de 499.624 tonnes réparti ainsi qu'il suit :

	Cannes manipulées	Sucre produit	Rendement moyen	Minimum	Maximum
	tonnes	tonnes	o/o	o/o	o/o
Sous le vent (8 plantations).	248.773	28.450	11.42	10,02	12.31
Au vent (7 plantations)	250.851	22.570	8.99 (9.26)	6.65 (7.33)	11.44
Total (15 plantations).	499.624	51.020	10,20	»	»

Si nous laissons de côté l'usine ayant travaillé d'une façon lamentable à 6,65 % de rendement en sucre par suite d'absence de contrôle chimique digne de ce nom, nous voyons le minimum de rendement 7,33 (ce qui est encore peu brillant comme résultat), obtenu dans la région du vent.

Quoi qu'il en soit, et c'est là que nous voulons en venir, on constate entre les deux régions sous le vent et au vent les écarts suivants par rapport à la moyenne générale 10,20 %.

Région sous le vent + 1,23;

Région au vent — 0,93, soit un écart de 2,16.

Autrement dit, 100 tonnes de cannes donneront 2 t. 16 de sucre de plus dans la région sous le vent, relativement sèche, que dans la région au vent, où les pluies sont beaucoup plus abondantes.

Marcel RIGOTARD.

§ 3. — Art de l'Ingénieur.

L'industrie du goudron de houille et de ses dérivés.

Les goudrons résultant de la distillation de la houille à haute et à basse température, ainsi que de la distillation des lignites et de certaines schistes, constituent des sous-produits importants de la fabrication du gaz d'éclairage, de la préparation du coke, et de diverses autres opérations industrielles.

Les goudrons de houille sont des mélanges complexes d'hydrocarbures liquides ou solides; ils comportent une forte proportion de brais, corps solides analogues aux brais provenant de la distillation des pétroles et de certains bitumes naturels.

A l'état brut, ces goudrons, de composition d'ailleurs très variable, suivant l'origine du combustible et la distillation qu'on lui fait subir, n'ont que des applications assez limitées, mais, par des traitements appropriés, on peut en retirer toute une série de produits susceptibles de très importantes applications industrielles et dont la valeur marchande est considérable. On peut également transformer les goudrons, après leur avoir retiré un certain nombre d'éléments, ou après les avoir rectifiés, en produits

susceptibles d'usages directs très variés. Aussi la distillation des goudrons constitue aujourd'hui une opération importante.

Les grandes usines à gaz et les cokeries ont été la plupart du temps amenées à s'adjoindre des installations annexes pour assurer la récupération et le traitement des sous-produits et notamment pour effectuer la distillation des goudrons. D'autre part, des distilleries indépendantes se sont établies dans diverses régions; elles assurent la distillation de goudrons de toutes provenances et notamment de ceux qui proviennent des usines à gaz dont l'importance ne justifie pas une installation spéciale.

Les petites usines à gaz se contentent en général, soit de vendre directement leurs goudrons bruts aux consommateurs, soit de les céder aux distillateurs qui en assurent le traitement industriel.

De très nombreuses études sur la distillation des goudrons ont conduit à la mise au point d'un certain nombre de méthodes permettant de s'adapter à la nature des goudrons à traiter et d'en retirer tous les éléments intéressants avec le minimum de dépenses.

On peut procéder à la distillation des goudrons soit d'une manière continue, soit d'une manière discontinue. La première méthode, que l'on adopte de plus en plus fréquemment, est celle qui convient le mieux au traitement de tonnages importants. Signalons, parmi les procédés de distillation continue, celui dit « au bain de plomb » et ceux qui utilisent la vapeur surchauffée. Ces derniers sont basés sur la propriété que possède la vapeur d'eau surchauffée, d'entraîner les hydrocarbures à une température inférieure à leur point d'ébullition, ce qui permet d'abaisser la température de distillation, de supprimer le cracking et de fractionner rigoureusement les sous-produits.

La plus grande partie des sous-produits tirés du goudron, tels que la naphtaline, l'anthracène, etc... sont solides à la température ordinaire; quant aux brais résidus de la distillation, dont la proportion est de l'ordre de 50 à 60 %, ils sont constitués par des produits qui se décomposent eux-mêmes à la température de 400° abandonnant un résidu de carbone. Dans certains procédés de distillation des goudrons, par utilisation de la vapeur surchauffée, on commence d'abord par séparer le brai et les mélanges des vapeurs d'huile et d'eau

On rencontre de grandes difficultés à obtenir purs certains dérivés du goudron, tels que l'anthracène obtenu par traitement des huiles anthracéniques, qui distillent entre 270° et 400°; d'où le prix très élevé de l'anthracène et de son dérivé par oxydation, l'anthraquinone qui a de si nombreuses applications dans l'industrie des matières colorantes. On a mis cependant au point des méthodes permettant d'obtenir de l'anthracène pur, en faisant passer l'anthracène impur à l'état de vapeur sur des catalyseurs appropriés, qui sont généralement des oxydes métalliques : il y a alors oxydation des impuretés et l'anthracène pur peut être condensé immédiatement ou soumis à une seconde oxydation en présence d'un catalyseur spécifique qui provoque sa transformation en anthraquinone.

Les distilleries de goudrons fournissent un grand nombre de produits dont les applications industrielles sont multiples.

Il y a tout d'abord le résidu final — le brai, qui est fourni aux usines d'agglomération pour la confection des briquettes, et autres agglomérés de charbon; dans ces combustibles le brai joue le rôle de liant. Indépendamment de cette application, le brai a de nombreux usages pour les travaux de voirie, et dans le bâtiment. Certains brais spéciaux sont utilisés directement pour le revêtement de terrasses sur lesquelles ils sont coulés à chaud; on utilise alors des brais mous de grande plasticité. Les brais entrent également dans la construction d'enduits imperméables, de peintures et vernis spéciaux et servent à l'imprégnation de cartons, feutres, etc...

La créosote et certaines huiles anthracéniques sont d'utilisation courante pour l'imprégnation des bois, dont on veut assurer la conservation, surtout lorsqu'ils sont exposés aux intempéries; le créosotage est notamment pratiqué pour les traverses de chemins de fer, les poteaux télégraphiques, les pavés de bois, etc... On assure alors la pénétration du liquide protecteur en opérant sous pression dans des autoclaves spéciaux et de grandes dimensions. D'autre part, certaines huiles de houille sont utilisées comme combustible.

La naphtaline, l'anthracène et son dérivé l'anthraquinone, le phénol, etc... ont de nombreuses et fort importantes applications dans diverses industries chimiques : fabrication des colorants, des antiseptiques et de certains produits pharmaceutiquues. L'anthracène est soluble dans divers solvants tels que la pyridine et le furfurol; ce dernier permet d'obtenir l'anthracène rigoureusement pur par dissolution à température élevée, puis cristallisation par refroidissement; le furfurol est d'un prix élevé, mais peut être récupéré sans aucune difficulté. Indépendamment de leurs applications pharmaceutiques et antiseptiques, les phénols ont aujourd'hui des emplois industriels fort importants; ils sont notamment à la base de la préparation des résines synthétiques, obtenues pour la plupart par la réaction d'un phénol et du formol; on sait que ces résines jouent aujourd'hui un rôle considérable dans les industries des vernis, des matières plastiques et des isolants pour l'électricité

Les distilleries de goudron, qui doivent ainsi alimenter de nombreuses industries avec les produits que nous venons de passer en revue, doivent traiter des quantités de goudron fort importantes et n'en laissent qu'un tonnage relativement faible pour les besoins de la voirie.

Les goudrons, parfois bruts, mais le plus souvent rectifiés (pariellement distillés ou déshydratés) servent à la préparation de nombreux produits : enduits, vernis, peintures, etc... qui sont employés pour le goudronnage des cheminées métalliques, l'entretien des coques de navires, l'enduction de toiles et papiers

d'emballage, l'imprégnation de cartons et feutres employés pour les toitures légères, etc... mais leur principale application est leur emploi comme liant pour la confection et l'entretien des chaussées.

Dans les travaux de voirie, on utilise parfois le goudron dans la masse même du revêtement, les éléments de l'empierrement étant alors enrobés de liant — c'est le procédé du « tarmacadam » très utilisé en Angleterre et employé avec succès dans diverses régions de la France. Mais la plupart du temps on se sert du goudron pour la confection de tapis superficiels, gravillonnés, que l'on renouvelle périodiquement, en moyenne une fois par an. Il y a toujours intérêt à ne pas employer les goudrons bruts sur les chaussées, car, d'une part, ces goudrons contiennent de nombreux corps qui, comme nous l'avons vu, sont précieux pour l'industrie et, d'autre part, de bons résultats ne peuvent être obtenus qu'avec une composition bien déterminée du liant, variable d'ailleurs avec la nature des matériaux employés et les conditions climatériques; d'ailleurs, un certain nombre de constituants des goudrons bruts sont nuisibles pour les travaux de voirie.

Dans la composition des goudrons, il faut tenir particulièrement compte de leur teneur en eau, en huiles légères, en phénol, en naphtaline, et en carbone libre. Le goudron contient de l'eau sous deux états : de l'eau d'addition et de l'eau d'interposition; la première est facile à éliminer par simple décantation; mais la seconde ne peut être enlevée que par la déshydratation, c'est-à-dire par un commencement de distillation; l'eau a tendance à diminuer l'adhérence de la couche de goudron sur la route et d'autre part, elle peut donner lieu à des phénomènes de gélivité qui entraînent la détérioration de la chaussée. Les huiles légères ont tendance à suinter et à couler, ce qui offre des inconvénients pour la circulation, en même temps qu'elles entraînent certains éléments utiles solubles dans les hydrocarbures. Les phénols rendent les revêtements hygrométriques, ce qui peut provoquer des dégradations, et sont parfois nuisibles à la végétation. La naphtaline, qui joue le rôle utile de plastifiant, ne doit cependant pas se trouver en excès, en raison des vapeurs qu'elle émet et qui ont tendance à rendre la masse poreuse. Enfin le carbone libre, qui est un excellent élément de remplissage ne doit pas non plus se trouver en pourcentage trop élevé sous peine de communiquer au revêtement une certaine fragilité. Les études entreprises sur la composition des goudrons utilisés pour les travaux de voirie ont conduit à établir des spécifications qui tiennent compte du pourcentage des divers éléments précédents et de certaines conditions de fractionnement par distillation.

Pour obtenir des produits répondant à ces spécifications, il faut traiter les goudrons bruts tels qu'ils sont fournis par les usines à gaz ou les cokeries. On emploie pour cela deux méthodes différentes :

Dans une première méthode, on soumet les goudrons à un commencement de distillation, qui a seulement pour but d'enlever l'eau, les produits volatils, les huiles légères et le début des huiles à phénol et à naphtaline. Les produits obtenus de cette façon, n'ayant pas toujours la fluidité requise pour leurs applications dans de bonnes conditions sur les chaussées, il faut, la plupart du temps, les corriger par addition d'huiles de goudron ou d'un certain pourcentage de bitume. Les goudrons ainsi rectifiés par distillation partielle sont généralement désignés sous le nom de « goudrons déshydratés ».

Dans une seconde méthode, on procède après distillation plus ou moins complète du goudron, à un mélange en proportions convenables d'un certain nombre de produits de cette distillation : brais, huiles, etc... de manière à obtenir un liant répondant aux spécifications données. Les goudrons préparés de la sorte sont généralement désignés sous le nom de « goudrons reconstitués ».

Malheureusement, les procédés de déshydratation et de reconstitution, d'ailleurs intéressants dans d'autres buts que l'entretien des chaussées, ne sont guère applicables que dans les régions productrices de goudrons : aussi lorsqu'ils désirent employer des goudrons locaux, les services routiers sont-ils encore fréquemment obligés de les employer bruts ce qui offre de nombreux inconvénients.

Bien que la situation ait tendance à s'améliorer d'année en année, la production française de goudrons de houille est insuffisante pour subvenir à la fois aux besoins de l'industrie et à ceux des routes: aussi, les services des ponts et chaussées et les services vicinaux ont-ils dû, au cours de ces dernières années, faire appel, dans une large mesure, à des goudrons déshydratés et reconstitués provenant du bassin de la Sarre d'une part, et d'autre part, du bassin de la Ruhr, ces derniers étant importés au titre des prestations en nature.

Nous signalons encore que goudrons et brais goudronneux sont également utilisés pour les travaux de voirie sous forme d'émulsions aqueuses, étant alors fréquemment mélangés avec des produits bitumineux ou asphaltiques.

L. P.

§ 4. — Géographie.

Les hauts plateaux oranais, pays du mouton.

M. Julien Gautier, ingénieur agronome, directeur de la Station expérimentale d'Ain-el-Hadjar vient de faire une communication des plus intéressantes au Congrès de l'Association française pour l'Avancement des Sciences, à Alger, sur la culture des céréales sur les hauts plateaux oranais. D'après M. J. Gautier, c'est une erreur de cultiver les céréales dans ces régions qui sont le pays du mouton. Voici, au surplus, le résumé des idées développées par l'auteur.

Les hauts plateaux oranais, s'étendent des monts de Tlemcen et de Saïda, compris, jusqu'à une trentaine de kilomètres au sud où des céréales ont réussi à empiéter sur la steppe présaharienne. Au point

de vue géologique, ce sont les formations jurassiques avec deux facies principaux : facies dolomitique constituant le sous-sol des hautes plaines tabulaires avec pics, grottes, faibles; facies argileux et gréseux alterné fournissant les régions mamelonnées sans relief brutal. Enfin une boutonnière triasique avec du primaire et des terrains métamorphiques à l'Est de Saïda.

L'altitude de ces plateaux est élevée; les points les plus bas sont à 600 m. les ponts les plus élevés sont à 1.250 m.; l'altitude moyenne est d'un millier de mètres au moins; le climat est sec, continental; il y fait par conséquent très froid en hiver et au printemps; les pluies y sont rares, peu abondantes et seulement aux époques de tempêtes atlantiques assez violentes pour amener des nuages condensables par delà l'Atlas marocain ou les Sierras espagnoles.

La température y est sujette à des écarts considérables : de 18 à 20 degré en été, avec des maxima de 40° à 50°. Ces variations ont une conséquence très grave, c'est la gelée des céréales en épi. Ainsi on a noté des températures en dessous de zéro le 2 juin 1902 et les blés gelèrent totalement. Jusqu'au 15 mai les abaissements de température en dessous de zéro sont normaux pour les altitudes dépassant 1.000 mètres; ils sont encore fréquents jusqu'au 25 mai.

D'autre part, le climat est aggravé par le siroco. Ce vent brûlant du désert apparaît la période en gelées à peine passée, et en tous cas dès le 15 juin, aux altitudes de mille mètres. Par suite, il faudrait que les céréales mettent l'épi, fleurissent et mûrissent entre le premier et le 15 juin. « Cette tenaille de la dernière gelée et du premier siroco « est l'écueil « infranchissable qui limite absolument le rendement « moyen des céréales » écrit M. J. Gautier.

Dans ces conditions la variabilité est-elle la caractéristique des rendements sous le climat des Hauts-Plateaux : 1 à 15 quintaux à l'hectare suivant les effets de la gelée et du siroco, et les agriculteurs arrivent à se tirer d'affaire non pas avec ce que leur rapportent les céréales mais grâce au rapport d'entreprises accessoires diverses (vente de bois, de charbon, d'alfa, élevage, commerce avec les Arabes, etc.) Les colons qui ne font que des céréales s'endettent tous les ans et finissent par être obligés d'abandonner la partie.

Notre pouvoir sur le climat étant absolument nul il ne faut pas espérer faire des céréales soit en culture extensive soit en culture intensive généralisée.

La solution, d'après M. Gautier est la suivante :

« Les céréales ont à souffrir des intempéries depuis « le moment de leur floraison jusqu'à la maturité du « grain, leur développement est fait, il ne reste « qu'à mûrir; mais, si l'on coupe à ce moment, on « peut avoir de très bons fourrages avec l'avoine « l'orge ou le seigle. Si l'on ensile les fourrages trop « durs pour être séchés on arrive ainsi à consti- « tuer des réserves considérables qui permettent d'en- « visager l'élevage et l'engraissement de troupeaux « importants... »

Un nombreux bétail donnera en abondance du fumier, donc de l'humus, pour les terres les mieux situées sous le rapport du climat où l'on pourra faire des céréales surtout du blé pour le grain; ailleurs il faudra faire des céréales fourragères, peut-être, en certains points privilégiés, de la luzerne.

Ainsi, avec le bétail, non seulement les exploitations qui périclitent avec les seules céréales pourront vivre, mais elles pourront devenir prospères.

« Cette région n'est pas une région naturelle à « céréales mais à élevage : *c'est le pays du mouton* « et c'est comme tel que l'on peut en tirer parti. Les cé- « réales n'y viennent avantageusement que dans des « conditions particulièrement favorables de milieu na- « turel: c'est là et pas ailleurs qu'il en faut faire sous « peine de ne travailler que pour payer des intérêts « aux prêteurs et jouer tous les ans sa récolte sur « la chance d'une heure de gelée un matin de « mai ».

Des études approfondies du genre de celle présentée par M. Julien Gautier montrent dans quelle voie la colonisation agricole doit être orientée sur les hauts plateaux oranais et l'on doit s'en inspirer très sérieusement dans l'intérêt des colons et de l'Algérie.

M. R.

LES ONDES COURTES ET LEURS ÉCHOS

Le développement prodigieux des transmissions sur ondes courtes s'est accompagné d'une série d'observations fort intéressantes qui ont élargi le champ de nos connaissances dans des voies souvent inattendues. La propagation de ces ondes, à l'apparence capricieuse, irrégulière et complexe, obéit à des lois dont nous n'entrevoyons que quelques bribes et que des études activement poussées nous révéleront un jour ou l'autre. Pour le moment, l'un des plus curieux phénomènes constatés est certainement l' « écho »; par analogie avec l'acoustique, l'écho d'un signal radioélectrique consiste en un second signal qui atteint le récepteur un certain temps après le signal véritable; il indique que des ondes issues de l'émetteur peuvent parvenir au récepteur par plusieurs chemins nettement différenciés et que le chemin direct n'en est qu'un cas particulier. Ce phénomène, découvert dans certaines anomalies des transmissions à grande vitesse, a été étudié avec acharnement, et reste une question très à l'ordre du jour; de son éclaircissement découleront des perfectionnements du trafic et des résultats expérimentaux d'un intérêt scientifique incontestable.

Les échos peuvent être classés en trois catégories principales suivant la nature du trajet présumé de l'onde indirecte : les échos dus aux ondes ayant fait le tour du monde, les échos réfléchis sur la « couche de Kennelly-Heaviside », et enfin les échos « retardés ». La première de ces classes ne présente aucune difficulté d'explication, les deux autres, qui d'ailleurs n'en forment peut-être véritablement qu'une, ont donné lieu à des tentatives théoriques très nombreuses et toutes incomplètes. Nous allons d'abord exposer les phénomènes et ensuite signaler les explications proposées par les divers auteurs.

Les échos « Tour du Monde »

Il n'a jamais fait de doute pour personne que les ondes, après avoir parcouru plusieurs milliers de kilomètres sans affaiblissement grave, ne puissent continuer leur course autour de la Terre et revenir à leur point de départ; mais tant que les émetteurs et les récepteurs ne furent pas agencés pour mettre en évidence des intervalles de temps très courts, le phénomène ne put être vérifié. Dès que les techniciens cherchèrent à utiliser de grandes vitesses de transmisson pour les liaisons à longue distance sur ondes courtes avec de grosses puissances ils constatèrent que les signaux devenaient inintelligibles, des brouillages inconnus et irréductibles se superposant à eux et les soudant les uns aux autres. L'explication qui se présenta aussitôt fut celle de l'écho tour du monde, ayant contourné le Globe dans le sens opposé à celui du signal direct (fig. 1); la preuve en fut fournie par

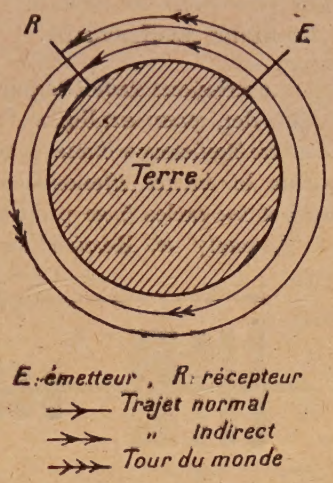

Fig. 1. — Echos « Tour du Monde ».

l'emploi d'un aérien dirigé qui élimina pratiquement ce signal perturbateur.

Pour approfondir la question, le technicien allemand *Quäck*, qui le premier mit le phénomène en lumière, entreprit une étude systématique au moyen de signaux brefs de forme spéciale enregistrés photographiquement à la réception. La bande d'enregistrement montre, en plus du signal normal, plusieurs échos successifs d'intensité décroissante; ils représentent les ondes ayant fait le tour de la Terre, une ou plusieurs fois, dans le sens direct (celui du signal normal), ou le sens inverse (indirect). L'espacement des signaux, régulier pour des signaux ayant contourné la Terre dans le même sens, correspond à 0,137 seconde. On en déduit le chemin parcouru; si l'on admet que la vitesse de propagation est la même que celle de la lumière, on constate que les ondes ont dû effectuer leurs tours du monde à une altitude de 180 km. Les conditions qui favorisent ces échos restent assez mystérieuses, malgré les recherches très soigneuses; il semble bien cependant que la situation du trajet des ondes par rapport au Soleil et par rapport au champ magnétique terrestre joue un rôle important; il arrive dans certains cas que le premier écho indirect ait à la réception une intensité supérieure au signal direct.

Les échos tour du monde apportent souvent

au trafic une gêne considérable; les signaux de télégraphie à grande vitesse deviennent illisibles; aux téléphotographies se superposent des images parasites; en téléphonie se produit un véritable écho sonore qui rend la parole incompréhensible. L'emploi des aériens dirigés améliore heureusement la situation en atténuant considérablement l'écho prépondérant; néanmoins le trafic s'en trouve parfois encore entravé.

Les échos sur la couche de Kennelly-Heaviside.

Dès que les transmissions radiotélégraphiques se développèrent on dut, pour expliquer les portées lointaines, admettre l'existence d'une couche quasi-conductrice dans la haute athmosphère (100 à 1.000 km.) forçant les ondes à se propager autour de la Terre. Kennelly et Heavisidide, presque simultanément, proposèrent cette hypothèse déjà envisagée par les astrophysiciens pour expliquer d'autres phénomènes. Tant qu'un *astronaute* n'aura pas effectué « sur place » les observations permettant d'affirmer que cette couche est une réalité ou une fiction théorique, on en sera réduit à dire que « les choses se passent comme si » cette couche existait; mais n'en va-t-il pas ainsi de presque toutes les grandes hypothèses scientifiques? Quoi qu'il en soit, rares sont les savants qui, à l'heure actuelle, rejettent celle-là; les discussions roulent seulement sur la nature de cette couche, sa constitution, et ses causes. Nous verrons plus loin les diverses opinions en présence et nous allons d'abord examiner les faits expérimentaux rassemblés jusqu'ici, sans rien préjuger de la couche elle-même. Un signal émis par l'émetteur E (fig. 2) peut atteindre le récepteur R soit en rasant le sol, c'est l'*onde de sol* EIR, soit en se réfractant dans la couche ionisée, c'est l'*onde de ciel* EIR; l'onde de ciel arrive au récepteur avec un certain retard t (que l'on mesure) sur l'onde de sol formant ainsi un *écho rapproché*.

Toutes les études entreprises sont basées sur une simplification initiale; on suppose que le rayon hertzien, au lieu d'être réfracté ou diffusé suivant une loi plus ou moins complexe, se réfléchit simplement sur une couche fictive dont on évalue l'altitude h. Nous assimilons donc le trajet courbe EI au parcours réfléchi EFR (fig. 3). Négligeant la courbure de la Terre (ce qui est justifié dans la plupart des cas) nous avons un triangle isocèle qu'il est aisé de résoudre. Soit d la distance ER et appelons δ la différence de chemin entre les deux parcours; si la vitesse *supposée* des ondes est celle de la lumière V, on a $\delta = Vt$; on en tire

$$EF = \frac{EFR}{2} = \frac{d+\delta}{2} \text{ et } EH = \frac{d}{2},$$

d'où

$$h = HF = \sqrt{\overline{EF}^2 - \overline{EH}^2} = \sqrt{\frac{(d+\delta^2)}{4} - \frac{d^2}{4}} = \frac{1}{2}\sqrt{\delta(2d+\delta)}$$
$$= \frac{1}{2}\sqrt{Vt(2d+Vt)}.$$

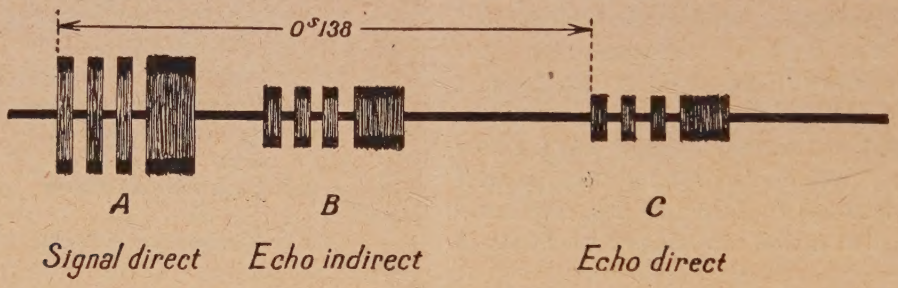

Fig. 2. — Echos « Tour du Monde ».

Les expériences déterminent donc t et les résultats s'expriment par des valeurs de h.

Les méthodes adoptées se rattachent à deux classes principales : *méthodes des interférences*,

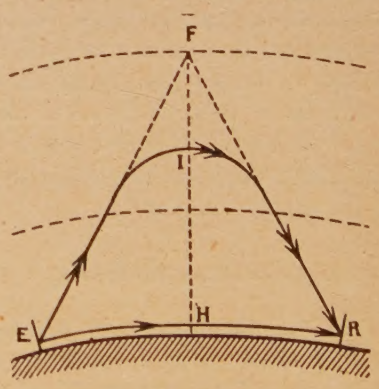

Fig. 3. — Echos sur la couche de Kennelly-Heaviside.

dans lesquelles on compose les deux ondes pour observer des maxima et des minima périodiques comme en optique; *méthodes des « tops »*, utilisant des signaux très brefs que l'on enregistre à la

réception par un moyen approprié, le top direct étant suivi du ou *des* tops indirects.

Méthodes des interférences. — *Appleton*, en Angleterre, put le premier mettre en évidence il y a déjà quelques années l'existence séparée de l'onde de sol et de l'onde de ciel. Ces deux ondes en se composant forment un système de franges d'interférences, de même qu'en optique; pour observer ces franges on peut faire varier régulièrement et lentement la longueur d'onde, ce qui déplace le système et produit au récepteur une série de

Fig. 4. — Interférences entre l'onde directe et l'onde réfléchie dans la méthode d'Appleton.

maxima et de minima successifs. En admettant quelques simplifications, on peut établir une formule rapprochée fournissant la différence de marche des deux rayons. Les maxima se présentent chaque fois que les deux ondes sont en phase, c'est-à-dire lorsque la différence de marche est un nombre pair de demi-longueurs d'ondes; les minima sont fournis par une différence de marche égale à un nombre impair de demi-longueurs d'ondes. Appelons λ_0 et λ_1 deux longueurs d'ondes qui fournissent par exemple des maxima et soit n

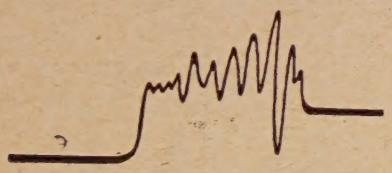

Fig. 5. — Interférences entre les diverses ondes émises par un avion en vol.

le nombre de maxima observés lorsque la longueur d'onde varie de λ_0 à λ_1; la différence cherchée δ peut s'écrire $\delta = k\lambda_0 = (k+n)\lambda_1$ ce qui se transforme facilement en $\delta = n\,\frac{\lambda_0 - \lambda_1}{\lambda_0\,\lambda_1}$. Le dispositif expérimental est le suivant; l'émetteur transmet des traits continus dont la longueur d'onde varie régulièrement du commencement à la fin de chaque trait (au voisinage de 400 m.); un amplificateur à résistances reçoit les signaux et un voltmètre à triode (détecteur) actionne le galvanomètre enregistreur. Sur la bande d'enregistrement on obtient une courbe dentelée (fig. 4), qu'il est facile d'exploiter en connaissant la loi de variation de la longueur d'onde. Appleton utilise successivement un cadre et une antenne, ce qui permet d'étudier les deux champs magnétique et électrique, et la polarisation des ondes. La hauteur trouvée varie beaucoup et vite, surtout au lever et au coucher du soleil.

Mirick et *Heutschel* en Amérique ont récemment employé une originale méthode d'interférences en déplaçant le système de franges non plus par variation de la longueur d'onde (courte cette fois) mais en déplaçant rapidement l'émetteur lui-même, monté sur un avion. On enregistre encore l'intensité de réception; la courbe présente des maxima et minima successifs (fig. 5), dont la fréquence, connaissant la distance moyenne et la vitesse radiale de l'avion, et la longueur d'onde, fournit assez simplement la hauteur de la couche fictive.

Un autre expérimentateur américain, *Heising*, opérait dans ces premiers essais par variation de longueur d'onde mais suivant un procédé un peu différent de celui d'Appleton. Les émissions étaient des traits de 1/16e de seconde, dans lesquels la fréquence variait de 4.000 p : s pendant la durée du trait. Les deux ondes de sol et de ciel reçues à chaque instant, étant parties de l'émetteur à des moments différents, avaient des fréquences différentes et donnaient des battements que l'on enregistrait. Les courbes sont très probantes mais difficiles à exploiter quantitativement (fig. 6).

Méthodes des tops. — La grande majorité des spécialistes des échos emploie l'enregistrement photographique des échos produits par des « tops » très brefs; c'est le véritable moyen d'étudier ces phénomènes, car en plus de la hauteur de la couche fictive, l'allure de la courbe d'enregistrement fournit de précieux enseignements sur le nombre des couches (il y en a en effet probablement plusieurs), la déformation des signaux, leur intensité relative, etc. Parmi les très nombreux travaux entrepris sur ce sujet nous citerons quelques exemples caractéristiques.

Une des premières méthodes de ce genre fut employée par *Breit* et *Tuve* à la station de la Marine Américaine de Bellevue; l'émetteur était modulé à 500 p : s sur des ondes de 71 m. et 42 m. A la réception, faite à 15 km. de là, on recevait les ondes et leurs échos sur une antenne horizon-

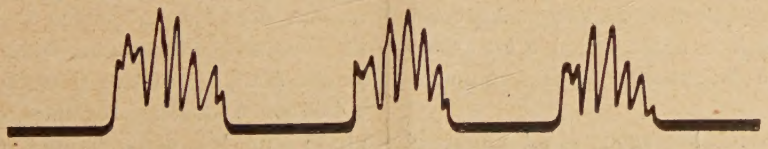

Fig. 6. — Interférences entre l'onde directe et l'onde réfléchie dans la première méthode d'Heising.

tale et on les enregistrait photographiquement. Les oscillogrammes (fig. 7) montrèrent la présence des échos; tantôt le flanc de la sinusoïde présente un seul crochet, tantôt on y voit jusqu'à 5 et 6 crochets voisins se reproduisant régulière-

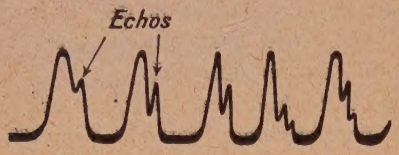

Fig. 7. — Echos enregistrés par la méthode Breit et Tuve.

ment à chaque période. L'émetteur avait naturellement été contrôlé pour vérifier que les crochets n'existait pas dans l'émission, elle-même. Les hauteurs trouvées varient entre 89 et 225 km.

Heising, dans sa deuxième série d'expériences, utilisait des tops très brefs, produits par un « multivibrateur » dont les éléments sont très dissymétriques pour raccourcir la durée de la pointe de courant, et émis à la cadence de 60 par seconde. Les oscillogrammes obtenus (fig. 8) indiquent un ou

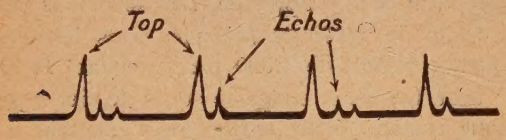

Fig. 8. — Echos enregistrés par la méthode de « tops ».

plusieurs échos; la concordance des anomalies avec l'existence des évanouissements ou « fading » fut nettement mise en évidence. La hauteur mesurée variait entre 250 et 4.000 km. et changeait souvent de manière très brusque. *Tuve* et *Dahl* employèrent un montage analogue; les variations brusques du courant de plaque du multivibrateur attaquaient par un transformateur un groupe de lampes de 50 w. ayant la grille polarisée négativement. Les variations n'agissent alors que dans un seul sens et donnent, à 500 p : s, des tops de 1.200 w. environ durant chacun 1/4.000e de seconde. Ces tops commandent par tout ou rien l'émetteur de 20 kw de Bellevue. *Hafstad* et *Tuve* reprirent cette installation récemment et employèrent des tops de 2/10.000e de seconde espacés de 1 à 10/100e de seconde sur 68 m. Deux séries d'expériences, durant chacune 24 heures, montrèrent un seul écho de jour; parfois un second apparaissait avec un retard double. Après le coucher du soleil les échos devinrent de plus en plus multipliés et leur aspect, très complexe. Au cours d'un orage magnétique la hauteur fictive fut exceptionnellement élevée et l'aspect des échos complètement modifié.

Quäck et *Mögel*, en Allemagne, ayant remarqué que les signaux transmis à grande vitesse par Nauen fournissaient à la station toute voisine de Geltow un enregistrement complètement brouillé alors que le signal « tour du monde » était absolument net, entreprirent des essais systématiques avec des tops très brefs. Ils obtinrent des échos multiples nets ou confondus (fig. 9); l'intervalle entre deux échos successifs était de l'ordre de 1/100e de seconde, soit un trajet aller et retour

Fig. 9. — Echos multiples enregistrés par Quäck et Nögel. (Le premier écho est plus intense que le signal.)

de 3.000 km. environ; on a observé jusqu'à 7 échos consécutifs.

Signalons enfin les essais entrepris en France par le *Laboratoire National de Radioélectricité*, sous la direction de M. Jouaust. Des expériences préliminaires furent effectuées, il y a deux ans, entre Paris et Saint-Cyr. Le poste émetteur à ondes courtes (75 m.) de la Tour Eiffel était modulé par un dispositif producteur de tops mis au point par M. Bonnemaire. Cet appareil comportait un tube à néon N avec une capacité C à ces bornes chargée par l'intermédiaire d'une résistance élevée R (fig. 10); on sait que dans ces conditions le cou-

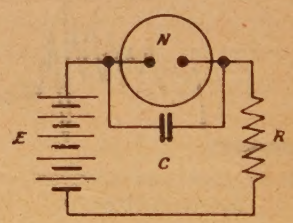

Fig. 10. — Oscillateur à tube à néon.

rant est discontinu et produit ce que Van der Pol a appelé des « oscillations de relaxation », de même d'ailleurs que dans le multivibrateur; en fait on obtenait un top d'environ 1/10.000e de seconde toutes les secondes. Comme nous ne disposions pas, à cette époque, d'enregistreur photographique, nous avons employé une méthode d'observation auditive due à M. Jouaust et analogue à la roue dentée de Fizeau pour mesurer la vitesse de la lumière. Deux triodes amplificateurs reçoivent la tension de basse fréquence venant du récepteur; ils alimentent chacun un écouteur, la tension de plaque étant alternative (fournie par un oscillateur à fréquence musicale réglable), et en opposition de phase sur les deux lampes (fig. 11). Un seul écouteur fonctionne donc à la fois (celui pour le-

quel l'alternance se trouve positive) et les deux sont en service alternativement. L'opérateur a un écouteur sur chaque oreille et n'entend un top bref que dans une oreille, par exemple la gauche; mais si l'écho arrive au moment où l'autre écouteur est en service, c'est l'oreille droite qui le percevra; comme le cerveau ne distingue pas deux bruits très rapprochés, l'opérateur aura l'impression d'entendre un top dans les deux oreilles à la fois. En faisant varier la fréquence du générateur

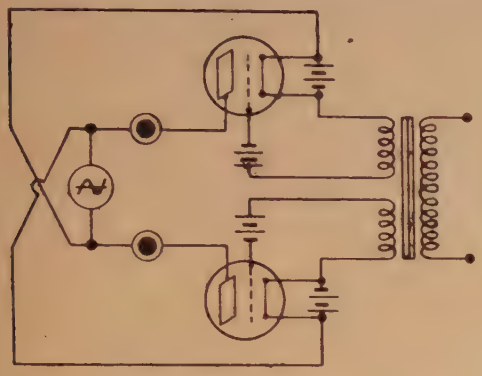

Fig. 11. — Amplificateur d'émission alimentant alternativement deux écouteurs.

de courant musical on pourra évaluer le retard de l'écho par la sensation d'audition simultanée. Les essais, peu poussés d'ailleurs, fournirent des hauteurs fictives de l'ordre de 200 km. Mais un phénomène remarquable fut constaté : avec un récepteur ordinaire, sans le secours de l'amplificateur spécial d'inversion, certains tops paraissaient doublés, ce qui correspond à des retards de l'ordre de 1/50 à 1/20e de seconde. Le parcours représenté par ces retards ne peut s'adapter à aucune couche admissible. D'autres expérimentateurs en ont, eux aussi, reçu; de tels échos peuvent, je crois, être classés dans la catégorie des échos retardés que nous verrons tout à l'heure.

Les expériences ont été reprises récemment avec un enregistreur photographique; le poste d'émission situé au L.N.R. est modulé par un dispositif analogue au précédent sur une longueur d'onde d'environ 30 m. La réception s'effectue à l'Observatoire de Meudon. Les essais ne sont pas encore assez nombreux pour que l'on puisse en tirer des conclusions; les bandes d'enregistrement montrent cependant de très nombreux échos rapprochés, parfois multiples, et quelques échos à retard moyen comme précédemment.

Les échos retardés

Nous venons de citer des échos arrivant 1/20e de seconde après le signal direct; comme cela ne correspond pas au tour du monde, il faut supposer un trajet prolongé dans le sens vertical; mais que penser alors des échos découverts par Störmer et Hals? Ces deux savants norvégiens s'aperçurent, il y a environ deux ans, que certains échos parvenaient au récepteur plusieurs secondes après le signal. Comme nous le dirons plus loin, Störmer y vit une confirmation de ses travaux sur les aurores polaires; grâce au concours de Van der Pol, il organisa des émissions spéciales effectuées par le poste Philips d'Eindhoven sur 31 m. Pour qu'aucun doute ne pût subsister sur l'existence et l'authenticité des échos, de minutieuses précautions furent prises, les dates et heures des émissions étaient secrètes, le signal arrivait une forme convenue (lettre Morse), la réception s'effectuait par battements pour reconnaître la note, etc. Le phénomène reparut, oh! très rarement, mais de façon absolument indiscutable; plusieurs échos furent reçus simultanément en trois récepteurs différents. Or certains de ces signaux avaient des retards atteignant 30 secondes, ce qui, si l'on suppose une vitesse de propagation de 300.000 km./s, représente un parcours dépassant 20 fois la distance de la Terre à la Lune! Et d'ailleurs, depuis ces premiers essais, le « record de durée » a été porté à 4 minutes 20 secondes.

Ces échos furent, nous l'avons dit, extrêmement rares en Europe. Il semble que les régions tropicales soient plus favorisées à cet égard. La Mission envoyée en Indo-Chine par le Bureau des Longitudes pour observer l'Eclipse de Soleil du 9 mai 1929 comprenait deux radioélectriciens, le Capitaine de corvette Talon et l'Ingénieur Galle du L.N.R. Ayant cherché à reproduire les échos à longue durée, que jamais nous n'avions entendus en France; ces deux expérimentateurs en reçurent des centaines; chaque signal donnait lieu à plusieurs échos, se groupant parfois en un roulement. Les retards maximums dépassèrent 30 secondes; l'intensité de certains d'entre eux atteignait le tiers de celle du signal, la distance de transmission n'étant cependant que de trois kilomètres. Mais le phénomène le plus remarquable est le suivant : un peu après le début de la totalité de l'éclipse, les échos disparurent; ils reprirent un peu avant la fin de la totalité. Toutes précautions étaient prises pour garantir la sûreté des observations; en particulier l'écoute était assurée par deux opérateurs.

Comment s'expliquent les échos

Si l'explication des échos « tour du monde » est toute naturelle (à part la question de l'altitude), il n'en est pas de même de celles des échos rapprochés ou surtout retardés. Nous avons, par simplification, admis que les ondes venant du sol se réfléchissaient sur une couche conductrice de la

haute atmosphère; les phénomènes ne sont, il s'en faut de beaucoup, pas aussi simples ! Tout d'abord, qu'est exactement cette fameuse couche conductrice ? Même sur ce point les opinions divergent et manquent un peu de netteté ; il faut reconnaître que l'exploration véritable de ces régions reste pour le moment impossible, les ballons-sondes n'atteignant guère que le tiers de l'altitude minimum nécessaire; lorsque l'« astronautique » sera entrée dans la pratique, peut-être pourrons-nous avoir une idée réelle de la constitution de la couche, jusque-là nous devons nous contenter d'interpréter les expériences en échafaudant des hypothèses à la fois sur la nature de la structure ionique et sur son mode d'action sur les ondes. Les expériences directes en laboratoire n'ont encore fourni que des résultats épars, bien que fort instructifs.

Les causes de l'ionisation des gaz raréfiés situés dans la haute atmosphère sont sans doute diverses mais se rapportent toutes au Soleil : particules cosmiques chassées par la pression de lumière, rayons α et β, rayons ultraviolets. Chaque auteur propose l'une de ces explications et calcule le nombre d'ions par centimètre cube auquel elle peut conduire; souvent les hypothèses que l'on doit faire pour aborder le calcul reviennent sensiblement à supposer le problème résolu, surtout en ce qui concerne l'altitude à laquelle doit se situer le phénomène. Les conditions dans lesquelles varient l'ionisation et l'altitude de la couche présentent également des complications; la différence d'action entre le jour et la nuit par exemple paraît plus simple qu'elle ne l'est en réalité ; les particules électrisées issues du Soleil ne suivent pas en effet la ligne droite, mais des trajectoires compliquées dues au champ magnétique terrestre, et peuvent atteindre aussi les parties de la Terre situées dans l'ombre.

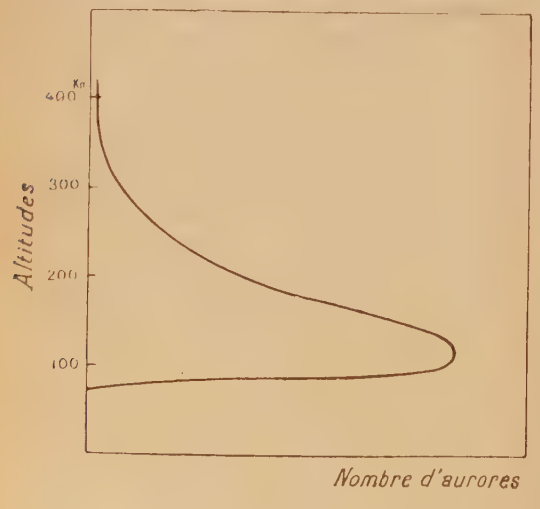

Fig. 12. — Altitudes des aurores polaires observées en Norvège.

L'altitude de la couche hypothétique constitue peut-être sa propriété la mieux connue, car les mesures d'échos ne sont pas les seuls moyens d'investigation. Bien avant que la question radioélectrique intéressât les physiciens, les savants qui s'occupent des aurores polaires, en particulier Störner, remarquèrent en mesurant l'altitude des aurores que leur nombre était maximum aux environs de 100 km. (fig.12). Des astronomes pensent également avoir vu des reflets du soleil couchant sur ces hautes régions, tard dans la nuit. Finalement il semble bien que vers cette altitude, « il se passe quelque chose ». La tendance actuelle semble conduire à l'opinion suivante : il n'y a pas à proprement parler une couche mais plusieurs, ou plus exactement une région épaisse dont les caractéristiques varient parfois brusquement, avec l'altitude. C'est ainsi que Bureau et Appleton admettent au moins deux couches séparées entre lesquelles les ondes pourraient se réfléchir; Heising suppose qu'il existe, au-dessous de la région réfractante, une couche absorbante que chaque rayon hertzien doit traverser à l'aller et au retour.

Il résulte de ces dernières considérations qu'il n'existerait pas de discontinuité très nette dans la structure de la haute atmosphère et que l'hypothèse de la réflexion simple ne peut se soutenir. On est donc amené à envisager une réfraction des ondes ou une diffusion. En effet une variation de l'ionisation provoque un changement de vitesse de propagation et les rayons ont tendance à se courber vers le sol. L'hypothèse de la diffusion, proposée principalement en France par MM. Fabry, Jouaust, Ponte et Roccard, s'introduit par la remarque que la structure ionique n'est sûrement pas régulière mais compose des sortes de nuages électrisés agissant sur les ondes hertziennes comme les nuages de vapeur d'eau agissent sur la lumière. Le mécanisme du retour des ondes sur elles-mêmes reste d'ailleurs un des points les plus discutés. La seule chose qui semble généralement admise est que la constante diélectrique des gaz raréfiés se trouve apparemment modifiée par les oscillations de particules électrisées; cette constante prend la valeur $\varepsilon' = \varepsilon\left(1 - N\frac{4\pi e^2}{m\omega^2}\right)$ dans laquelle ε est la constante normale, N le nombre d'ions par centimètre cube, e et m la charge et la masse de l'ion ω la pulsation de l'onde. Il peut donc arriver que cette grandeur s'annule et même devienne négative, ce qui ne paraît pas avoir une signification physique; mais le fait que sa valeur puisse être très petite pour une fréquence donnée a une grosse importance. En effet H. Gutton et Clément, en étudiant les propriétés des gaz ionisés, ont montré que ces gaz présen-

tent une fréquence propre dépendant de la pression et de l'ionisation, laissant supposer qu'il existe des forces élastiques dans ce milieu. Dans ce cas les ondes électromagnétiques montant dans l'atmosphère se réfléchiraient sur les couches dans lesquelles la fréquence d'oscillation électronique se trouve égale à la leur; ce phénomène peut se rapprocher de celui des bandes d'absorption en spectroscopie.

Plusieurs auteurs, et en particulier Van der Pol, ont pensé que l'on pourrait expliquer les phénomènes d'écho par la considération de la vitesse de groupe [1]; dans le cas qui nous occupe, le produit de la vitesse de groupe et de la vitesse phase restant toujours égal au carré de la vitesse de la lumière, la première peut devenir très faible et amener ainsi de grands retards dans la transmission. Mais l'amortissement produit par ce phénomène serait difficilement compatible avec l'intensité des échos reçus réellement. D'autre part, la vitesse véritable du signal n'est pas égale à la vitesse de groupe et leurs rapports ne paraissent pas bien précisés.

Toutes ces théories rendent passablement compte des phénomènes d'échos rapprochés. Lorsqu'il s'agit de les extrapoler pour expliquer les échos retardés, il faut avouer que leur examen peut laisser un léger scepticisme. C'est que les délais en jeu sont démesurés devant la durée normale des phénomènes. Si l'on admet que la vitesse de groupe diminue beaucoup, il faut supposer qu'elle devient dans ce cas presque nulle, le temps de parcours normal étant négligeable devant l'arrêt prolongé dans les hautes altitudes. Et que devient l'énergie pendant ce temps? Il ne faut pas oublier que l'intensité des échos atteint une fraction importante de celle du signal. L'énergie reste-t-elle emmagasinée dans des phénomènes de résonance? Certains auteurs ont fait appel à des phénomènes « électro-sonores » dus à l'oscillation des ions qui sont gros et par conséquent possèdent une vitesse de propagation fort réduite; les vibrations électromagnétiques se transformeraient en électrosonores, et inversement au bout d'un certain temps. Là encore la conservation de l'énergie constitue un gros écueil.

Störmer a présenté, dès sa découverte des échos retardés, une théorie complètement différente, basée sur ses travaux relatifs aux aurores polaires. Il a montré, il y a quelque vingt-cinq ans, que les électrons issus du Soleil parcourent sous l'influence du champ magnétique terrestre des trajectoires compliquées qui restent extérieures à une surface enveloppe; cette surface constitue une sorte de toroïde gigantesque, englobant la Lune, et ayant la ligne des pôles magnétiques comme axe (fig. 13). A son intérieur ne peut pénétrer aucun électron et la surface enveloppe en comporte au contraire une accumulation. Störmer suppose que les ondes peuvent dans certains cas traverser la couche d'Heaviside et cheminer librement à l'intérieur du toroïde, sans risque de choc avec des électrons; lorsque le rayon rencontre la surface il est réfléchi, directement ou indirectement suivant l'orientation, et revient vers le sol. La théorie est séduisante, et certaines prédictions de Störmer concernant l'action des saisons et de la latitude sur ces échos semblent s'être vérifiées.

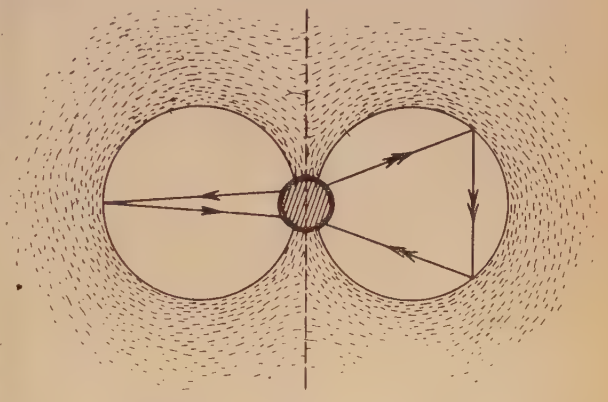

Fig. 13. — Réflexion des ondes dans le toroïde de Störmer

Cependant elle reste très discutée; il faut attendre d'avoir de plus nombreux documents pour pouvoir juger. Si cette théorie prend corps, nous aurons ainsi le premier moyen d'exploration expérimentale des espaces sidéraux.

Conclusions

L'intérêt de telles recherches semble, au premier abord, n'être que de pure science. Admettons-le, il reste encore considérable; la connaissance toujours plus approfondie de notre atmosphère, et peut-être des régions interplanétaires, ne peut nous laisser indifférents. Toutes les sciences se pénètrent et les progrès de l'une apportent de précieux éléments aux autres; de l'exploration des hautes couches ionisées peuvent résulter des révélations sur le rayonnement solaire, le champ magnétique terrestre, la composition gazeuse de la haute atmosphère, les propriétés des gaz raréfiés, que sais-je! Mais l'étude des échos ne se borne pas à

1. Rappelons que la notion de la vitesse de groupe s'introduit en considérant qu'un rayon électromagnétique n'est jamais « monochromatique »; il est formé d'un certain nombre de rayons de fréquences très voisines mais différentes. Si le milieu produit une bande d'absorption, les vitesses correspondant aux fréquences extrêmes peuvent différer notablement; les battements résultant de la composition des ondes extrêmes se propagent, dans un milieu dispersif, moins vite (vitesse de groupe) que les ondes composantes (vitesse de phase).

accroître notre bagage intellectuel, elle apporte de remarquables documents à la technique des radiocommunications ; le jour où nous connaîtrons réellement les lois de la propagation des ondes, il nous sera possible d'améliorer énormément le rendement de nos transmissions, en choisissant correctement les longueurs d'ondes, les appareils de projection, en supprimant les évanouissements et les échos brouilleurs.

Enfin il paraît probable que cette méthode de sondage particulière rendra de grands services à la science météorologique. Nous sommes habitués à supposer que les conditions météorologiques sont toutes régies par la mince partie de l'atmosphère que nous connaissons ; or il semble de plus en plus, au fur et à mesure des progrès de la science, que la basse atmosphère à elle seule ne peut fournir aucune explication suffisante, — et par conséquent pas de prédiction pratique (car tout le problème en revient là !) —. L'influence du soleil se révèle considérable, malgré sa distance ; les courbes d'activité solaire, avec leur périodicité, se retrouvent dans les courbes de pluies, et l'apparition des taches ou protubérances importantes provoque des réactions violentes du champ magnétique terrestre qui n'est sans doute pas sans influence sur le « temps ». Ne pourra-t-on pas, de l'examen radioélectrique de l'atmosphère, si sensible à l'action du soleil, déduire des conséquences intéressantes pour la recherche des lois du climat et la prédilection météorologique ?

B. Decaux,
Ancien Elève de l'Ecole Polytechnique,
Ingénieur au Laboratoire National
de Radioélectricité.

SUR QUELQUES POINTS DE MÉTHODOLOGIE GÉOMÉTRIQUE

(suite)

12. J'ai montré, dans mon article du 31 janvier dernier, l'opportunité de s'orienter, en Géométrie infinitésimale, vers un style nouveau. Avant d'envisager la possibilité d'une refonte de cette doctrine, sur des bases modifiées, je veux prendre, à titre d'exemple, un chapitre de la théorie classique des surfaces et signaler les problèmes intéressants qui s'y posent même en conservant les points de départ communément admis.

J'ai choisi comme sujet les *lignes géodésiques*, à cause de l'importance des questions connexes : au nombre de celles-ci, figurent la dynamique analytique classique et la dynamique relativiste. Mais il ne faut pas oublier non plus le problème de la déformation des surfaces, à propos duquel M. Henri Lebesgue a montré l'insuffisance des méthodes courantes. A l'heure actuelle, comme l'a fait remarquer M. Elie Cartan dans ses belles *Leçons sur la géométrie des Espaces de Riemann* [1], ces méthodes ne permettent pas d'aborder la discussion du problème suivant : *reconnaître si l'élément linéaire*

$$ds^2 = g^{ik}dx_i dx_k$$

est euclidien sans supposer plus que la continuité des g^{ik}.

Nous nous en tiendrons ici à des remarques simples sur divers problèmes élémentaires. Nous nous attacherons particulièrement à chercher s'il y a permanence de certains instruments analytiques. Nous verrons, par une incursion dans la Dynamique hamiltonienne, des cas où cette permanence est immédiate : tel est celui du théorème des forces vives, qui nous apparaîtra survivant d'un cataclysme où peuvent sombrer les équations de Lagrange. Nous en verrons un autre où la permanence n'est acquise avec certitude qu'au prix d'une extension convenable de notions usuelles. C'est celui de l'équation de Jacobi : elle m'a conduit à recourir à une conception prolongée de l'intégration d'une équation aux dérivées partielles du premier ordre, que j'ai fait connaître récemment.

13. La surface est en général considérée, dans les exposés classiques, comme le lieu de l'extrémité d'un vecteur d'origine fixe, et de grandeur géométrique fonction de deux paramètres u, v, en supposant de plus que ce vecteur ait, relativement à u, v, des dérivées géométriques continues, non nulles et non colinéaires.

On a de la sorte une vraie surface, et non une courbe déguisée. Appelons en effet O un point particulier du lieu où les conditions précédentes sont remplies. Les directions des deux dérivées géométriques en ce point seront choisies comme axes Ox et Oy, et leur perpendiculaire en O sera prise pour axe Oz. Dans ce système d'axes, les coordonnées d'un point M du lieu seront données par des équations de la forme.

$$x = f(u,v) \quad y = g(u,v) \quad y = h(u,v)$$

avec les conditions

$$(1) \qquad f(0,0) = g(0,0) = h(0,0) = 0$$
$$(2) \qquad f_u(0,0) \neq 0 \quad g_u(0,0) = 0 \quad h_u(0,0) = 0$$
$$(3) \qquad f_v(0,0) = 0 \quad g_v(0,0) \neq 0 \quad h_v(0,0) = 0.$$

1. Page 52.

D'après les deux premières conditions (2) et les deux premières conditions (3), le déterminant fonctionnel du couple de fonctions x, y par rapport aux variables u, v ne s'annule pas au point O. Donc, aux environs de ce point, le système des équations

$$x = f(u,v) \quad y = g(u,v)$$

peut être résolu sous la forme

$$u = \varphi(x,y) \quad v = \psi(x,y)$$

φ et ψ étant des fonctions continues et douées de dérivées premières continues. D'où il suit que l'équation du lieu, aux environs de l'origine, peut s'écrire

$$z = h[\varphi(x,y), \quad \psi(x,y)].$$

Ce lieu est donc bien une surface, sur laquelle le voisinage d'un point se trouve en correspondance biunivoque avec son voisinage, dans le plan tangent, au moyen d'une projection orthogonale sur ce plan. Ce qu'on peut résumer en disant *le voisinage de chaque point, sur la surface, est* **régulier.**

14. Cette attitude en réfère à un système d'hypothèses bien net : adoptons-la pour l'instant. Elle assure un sens précis à la notion : longueur d'un arc sur la surface. Le carré d'un arc infiniment petit pourra s'écrire

$$ds^2 = E du^2 + 2F du dv + G dv^2$$

E, F, G, étant des fonctions continues de u, v soumises aux inégalités

$$E > o \quad G > o \quad EG - F^2 > o.$$

Nous sommes ainsi dans des conditions permettant de poser le problème des *géodésiques*, c'est-à-dire de chercher, sur la surface, le plus court chemin entre deux points. Sur le voisinage régulier V (O) d'un point O de la surface, prenons un point M; s'il est assez voisin de O, parmi les lignes allant de O en M sur V (O), l'une au moins *réalise* le minimum de la longueur $\breve{OM}$, comme nous l'apprend la méthode directe du Calcul des Variations. J'ai souligné le mot *réalise* : pour en comprendre l'importance, il suffit de songer au même problème, posé pour les lignes de V(O) astreintes à avoir en O et en M des tangentes données : la borne inférieure de leurs longueurs existe et coïncide avec celle du cas précédent, mais aucune de ces lignes ne fournit en général de minimum effectif.

Revenons au problème du chemin minimum entre O et M, sans condition aux extrémités. Soit M_1 une position particulière de M : appelons $\breve{OM_1}$ un arc de géodésique réalisant le minimum entre O et M_1; lorsque M tend vers O en suivant la géodésique OM_1, la portion OM de cette géodésique est comprise entre la corde OM et l'arc OM du plan normal en O contenant M. Cet arc équivaut donc à sa corde, comme infiniment petit. La même conclusion s'applique à un arc MN de la géodésique OM, ayant ses deux extrémités M et N infiniment voisines de O sur cette courbe, car cet arc est compris entre la corde MN et l'arc MN du plan normal en N contenant M.

Donc, avec nos hypothèses actuelles, les géodésiques de la surface appartiennent à la classe des lignes rectifiables dont tout arc est un infiniment petit équivalent à sa corde.

En projection sur le plan tangent en O, les géodésiques voisines de O donnent des courbes de cette même classe, pour la raison suivante : une courbe de l'espace dont les cordes, par rapport à un plan Π, sont de pente bornée, et sont des infiniment petits équivalents à leurs arcs, se projette sur Π suivant une courbe possédant cette dernière propriété. Cela résulte de l'inégalité

$$(\text{arc AB})^2 - (\text{corde AB})^2 \geqslant (\text{arc } ab)^2 - (\text{corde } ab)^2$$

qui ne devient égalité que pour l'arc AB d'hélice joignant A et B sur la portion de cylindre de section droite $\breve{ab}$.

Ainsi voyons-nous poindre une classe de courbes planes dont l'étude importerait, semble-t-il, à la théorie des godésiques, dans le style que nous désirons : les lignes dont l'arc est un infiniment petit équivalent à la corde. L'essentiel est de décider si une telle ligne admet nécessairement une tangente en chaque point : en cas de réponse affirmative, on prouverait, par là même, l'existence de la tangente le long d'une géodésique.

Mais c'est par la négative que se résout la question précédente. Considérons d'abord la spirale

$$\rho = e^{-\omega^2}$$

qui présente au pôle A un point asymptote en dépit duquel sa longueur est finie. Nous ne nous occuperons que de la partie de la courbe obtenue pour les valeurs positives de ω. Prenons sur celle-ci un point M, d'angle polaire u, et un point N, d'angle $v > u$. Nous aurons donc

$$AM = e^{-u^2}, \quad AN = e^{-v^2}$$

$$\overline{MN}^2 = \overline{AM}^2 + \overline{AN}^2 - 2AM.AN\cos(v-u) = (AM - AN)^2 + 4AM.AN\sin^2\frac{v-u}{2}$$

$$\breve{MN} = \int_u^v 2\omega e^{-\omega^2}\sqrt{1+\frac{1}{4\omega^2}}\,d\omega$$

d'où

$$\sqrt{1+\frac{1}{4v^2}}\,(AM - AN) < \breve{MN} < \sqrt{1+\frac{1}{4u^2}}\,(AM - AN)$$

Donc, u et v croissant tous deux sans limite, la différence des rayons vecteurs AM et AN est un infiniment petit équivalent à l'arc MN. Nous sommes donc ramenés à étudier le rapport

$$\lambda = \frac{\overline{MN}^2}{(AM-AN)^2} = 1 + \frac{4\,AM.AN}{(AM-AN)^2}\sin^2\frac{v-u}{2}$$

et à chercher si la quantité

$$\mu = \frac{4\,AM.AN}{(AM-AN)^2}\sin^2\frac{v-u}{2}$$

tend bien vers zéro pour u et v croissant indéfiniment, d'une manière indépendante. Or nous avons

$$\frac{AM}{AN} = e^{v^2-u^2} = t > 1 + v^2 - u^2$$

d'où

$$\mu = \frac{4t}{(t-1)^2}\sin^2\frac{v-u}{2}$$

La fraction en t décroît de $+\infty$ à 0 lorsque t croît de 1 à $+\infty$: donc, nous la majorerons en prenant pour t la valeur par défaut $1+v^2-u^2$ Cette remarque permet d'écrire

$$\mu < 4\frac{1+v^2-u^2}{v^2-u^2}\sin^2\frac{v-u}{2}$$

$$< \frac{1}{(v+u)^2}\frac{\sin^2\frac{v-u}{2}}{\left(\frac{v-u}{2}\right)^2} + \frac{2}{v+u}\frac{\sin^2\frac{v-u}{2}}{\frac{v-u}{2}}$$

On voit bien dès lors que μ tend vers zéro, car dans la majorante finale, interviennent les fonctions

$$\frac{\sin^2\varphi}{\varphi^2} \text{ et } \frac{\sin^2\varphi}{\varphi}$$

qui demeurent bornées quand la demi-différence $\varphi = \frac{u-v}{2}$ acquiert toutes les valeurs possibles. La courbe

$$\rho = e^{-\omega^2}$$

fournit bien un exemple de spirale dont tout arc infiniment petit équivaut à sa corde, malgré le point asymptote.

15 *bis*. Toutefois, au point de vue topologique, une portion telle que AM de cette courbe allant du point asymptote à un point M d'angle polaire positif ne constitue pas un demi-arc. Pour en déduire un demi-arc, remarquons que cette spirale est la projection d'une spirale analogue

$$x = e^{-\omega^2}\cos\omega \quad y = e^{-\omega^2}\sin\omega \quad z = e^{-\omega^2}\cot g\,\alpha$$

tracée sur le cône de révolution

$$z^2 = (x^2+y^2)\cot g^2\alpha$$

et cette nouvelle courbe C jouit aussi de la même propriété : tout arc est un infiniment petit équivalent à sa corde : considérons la projection de C sur le plan des yz; elle a pour équation

$$y = z\,tg\,\alpha\,\sin\sqrt{|\log(z\,tg\,\alpha)|}$$

elle se présente donc bien sous forme d'un demi-arc dont le contingent à l'origine est un angle 2α, et elle appartient encore à la classe étudiée.

Finalement, nous voyons qu'une ligne de cette classe n'a pas nécessairement de tangente en chaque point. Cette étude auxiliaire ne nous apprend donc rien de précis sur l'existence de la tangente aux godésiques. Elle montre seulement que, dans les conditions générales où nous sommes placés, l'existence de cette tangente est très incertaine.

16. On peut cependant prouver que les géodésiques admettant une tangente variant d'une manière continue dans le cas où les coefficients E, F, G' de l'élément linéaire, satisfont à une condition de Lipchitz, d'ordre d'ailleurs arbitraire[1]. Ce dernier résultat, qui semble constituer l'ultime et très important renseignement qu'on possède en pareille matière, a été démontré par M. André Roussel[2].

Malgré cela, il faut bien reconnaître, dans ce genre de questions, le mécanisme causal nous échappe. Si sur le voisinage V(O), nous prenons pour paramètres u, v fixant la position d'un point M de la surface deux nombres x, y exprimant les coordonnées rectangulaires de la projection de M sur le plan tangent en O, nous aurons

$$ds^2 = (1+p^2)dx^2 + 2pqdxdy + (1+q^2)dy^2.$$

Le théorème de M. André Roussel s'applique donc lorsque les coefficients de pente p, q du plan tangent sont des fonctions de x, y continues à la Lipchitz, pour un ordre arbitraire, ou si l'on préfère, lorsque le champ des normales de notre surface est lui-même continu à la Lipchitz pour cet ordre. Mais la condition de Lipchitz ne joue pas ici un rôle déterminant : il est facile de citer des surfaces pour lesquelles elle n'est pas

1. La notion de contingent m'a utilement guidé pour la formation de cet exemple. J'étais parti de l'idée d'un demi-arc ayant un contingent d'angle 2α et jouissant de la propriété annoncée. Un moyen de réaliser un tel demi arc est évidemment de considérer la projection sur un plan méridien d'une courbe tracée sur un cône de révolution et ayant son sommet pour point asymptote.

2. On dit qu'une fonction $\varphi(u, v)$ satisfait à la condition de Lipchitz d'ordre α, si elle vérifie une inégalité de la forme :

$$|\varphi(u', v') - \varphi(u'', v'')| < h\,|u'-u''|^\alpha + K\,|v'-v''|^\alpha$$

h et K étant deux constantes.

3. «Sur les géodésiques de certains éléments linéaires», année 1927, pages 82-84 de l'*Enseignement mathématique*.

remplie et dont les géodésiques ont pourtant une tangente continue. Tel est le cas des surfaces de révolution dont la méridienne est une courbe, douée d'une tangente continue, mais dont la pente ne vérifie la condition de Lipchitz pour aucun ordre. Notons en passant une particularité de cet exemple : il est à la frontière commune de deux zones, l'une où s'appliquent les méthodes d'Euler et de Lagrange pour la formation directe de l'équation différentielle des géodésiques, l'autre où ces méthodes s'effondrent, faute de dérivées partielles pour p, q; dans cette seconde zone rentre l'ensemble important des cas où réussit le théorème de M. André Roussel. Dans l'exemple, moins complexe, des surfaces de révolution, dont la méridienne a, sans plus, une tangente continue, si l'on ne peut écrire les équations de Lagrange, du moins dispose-t-on de leurs intégrales premières, exprimant les lois des aires et des forces vives, quand on adopte l'interprétation par le mouvement d'un point sur la surface, sans force extérieure : c'est ce que nous allons maintenant établir.

17. Ceci nous amène à présenter des considérations préalables sur divers problèmes intéressants. Considérons le mouvement sans frottement d'un point sur une surface

$$z = f(x, y)$$

ayant, sans plus, des plans tangents continus. Supposons ce point soumis à l'action d'une force extérieure, dérivant d'un potentiel U. Pour prolonger dans ce sens la Dynamique classique, nous admettons que le mouvement reste hamiltonien, c'est-à-dire fournit, pour chaque couple d'instants t_1 et t_2 suffisamment voisins un minimum de l'intégrale d'action

$$A = \int_{t_1}^{t_2} \left[\frac{m}{2} (x'^2 + y'^2 + z'^2 + U) \right] dt$$

x',y',z' désignant les composantes de la vitesse et m la masse du point. L'existence de mouvements réalisant un minimum de A ne soulève aucune difficulté, mais rien ne nous indique si l'accélération est définie pour ces mouvements. On pourrait songer à trois formes connues des équations différentielles du calcul des variations :

1° Le système donnant directement x et y en fonction de t;

2° Le système analogue, sous la forme de Dubois Reymond;

3° Le système obtenu en traitant le problème du minimum lié de A, sous la condition $z = f$.

Si p et q n'ont pas de dérivés, les deux premiers systèmes font complètement défaut, car les coefficients

$$1 + p^2, \quad 2pq, \quad 1 + q^2$$

de la force vive n'ont pas de dérivées par rapport à x et y. Quant au troisième système, où interviendrait, sous forme d'un multiplicateur de Lagrange, la réaction normale de la surface, il existe au point de vue formel, sans qu'on puisse garantir que ses équations soient vérifiées pour tout mouvement réalisant un minimum de l'intégrale A [1].

Dans ces conditions, la question de savoir si l'équation des forces vives

$$\frac{m}{2} (x'^2 + y'^2 + z'^2) - U = \text{const.}$$

est vraie ou non, peut sembler difficile à résoudre. Cependant tout obstacle s'aplanit si l'on remarque la propriété du mouvement d'être hamiltonien sur chacune de ses trajectoires. On se ramène donc à une question de Dynamique du point sur une courbe rectifiable : U étant exprimée en fonction de la longueur de l'arc, le problème ainsi posé ne dépend nullement de la forme de la courbe, on peut dire qu'il est réductible à la Dynamique du point sur une droite, et de la sorte, *le théorème des forces vives est justifié* [2].

On pourrait examiner cette question voisine : *existe-t-il un principe de permanence des intégrales premières?* On se place dans des conditions telles que ces intégrales conservent un sens, alors que s'anéantissent les équations différentielles du problème étudié. On cherche si les dites intégrales demeurent légitimes.

Dans sa généralité, cette étude dépasserait le cadre de cet article. Mais, nous avons précédemment envisagé un cas particulier intéressant, celui du mouvement d'un point sur une surface de révolution. Nous disposons, comme on l'a vu, de l'intégrale des forces vives. Si nous montrons, dans un même esprit, qu'on peut aussi disposer de

1. Si l'on abandonne le point de vue du Calcul des Variations pour celui de la Dynamique élémentaire, il faut mettre en jeu la réaction normale, pour se ramener au mouvement d'un point matériel libre. On se trouve alors en face de cette difficulté : ne pouvant répondre de l'existence d'une accélération, on ne peut plus utiliser la formule $F = m\gamma$.

2. L'ensemble des raisonnements précédents nous fait toucher aux causes profondes de l'exactitude du théorème des forces vives. On peut dire, en abrégé, qu'il en constitue une *démonstration causale*. Il convient de noter que le domaine d'application du théorème, établi de cette manière, dépasse encore le champ de nos hypothèses actuelles. Prenons par exemple le mouvement d'un point pesant sur une surface $z - f(x\ y)$ à pentes bornées, en conservant toujours le principe d'Hamilton. Le même raisonnement nous montre que l'équation subsiste dans ce cas.

$$T = U + h$$

A ce degré de généralité, on peut justifier aussi le passage du principe d'Hamilton à celui de Maupertuis. Je renvoie pour cela le lecteur à un mémoire sur l'équation d'Hamilton Jacobi, qui paraîtra bientôt au *Bulletin des Sciences mathématiques*.

l'intégrale des aires, il en résultera notamment (comme nous l'avons annoncé à la fin du n° 16) que la propriété de posséder une tangente continue se transmettra de la méridienne aux géodésiques.

Soit donc le mouvement hamiltonien sans frottement d'un point sur la surface

$$x = r\cos\theta, \quad y = r\sin\theta, \quad z = f(r)$$

sous l'action d'une force dérivant d'une fonction U de la seule variable r. Considérons un mouvement particulier répondant aux conditions du problème, c'est-à-dire fournissant, entre deux instants t_1 et t_2 assez voisins, un minimum de A. Soient les équations :

$$r = r(t), \quad \theta = \theta(t),$$

équations définissant ce mouvement. Considérons un mouvement virtuel infiniment voisin, qui correspondrait aux équations

$$r = r(t) \quad \theta = \theta(t) + \delta\theta(t).$$

La variation infinitésimale de l'intégrale A lorsqu'on passe du premier au second peut ici s'écrire

$$\delta A = \int_{t_1}^{t_2} m \; r^2\theta' \; \delta\theta'.$$

On voit que la fonction continue sans dérivée $f(r)$ n'y figure pas : tandis que cette fonction rendrait impossible la transformation classique conduisant aux équations de Lagrange sur l'expression complète de δA, cette transformation redevient légitime dans les conditions particulières où nous opérons, et nous retrouvons ainsi notre intégrale première

$$r^2\theta' = \text{const.}$$

Cet exemple fait d'ailleurs bien comprendre par quel genre de considérations on peut légitimer le principe de permanence des inégales premières dans chaque cas particulier. On pourrait notamment étendre des conclusions analogues au cas d'intégrabilité des équations de la Dynamique découvert par Liouville. On obtiendrait encore, dans cette voie, des surfaces dont le champ des normales est continu, sans concéder à Lipchitz (pour quelque ordre !...) et dont les lignes minima sont des courbes à tangente continue.

19. Pour terminer ces indications d'ensemble sur les géodésiques, je voudrais faire voir qu'elles ramènent naturellement à une conception de l'intégration de certaines équations aux dérivées partielles du premier ordre, que j'ai communiquée en septembre 1929 à l'Académie des Sciences[1]. Cette nouvelle manière d'envisager un problème classique m'avait été alors suggérée par les recherches de M. Georges Durand sur *les enveloppes par réunion*[1]. Je vais montrer son adaptation parfaite à l'ordre d'idées actuel, pour parer à l'incertitude où nous sommes sur l'existence d'une tangente continue aux lignes géodésiques.

Reprenons le point O sur la surface S représentée par les équations supposées valables pour une

$$x = f(u, v) \quad y = g(u, v) \quad z = h(u, v)$$

certaine région R du plan des u, v. Soit m un point quelconque de cette région[2]. Il donne naissance à un point M de la surface S. La plus courte distance $\Phi(M)$ du point O au point M sur la surface S satisfait à l'inégalité

$$\Phi(M') - \Phi(M) < \overset{\smile}{MM'}$$

qui devient égalité lorsque $\overset{\smile}{MM'}$ est un tronçon du chemin minimum de O à M'. Cela posé, à chaque point m de la région plane R, attribuons la valeur

$$\varphi(m) = \Phi(M)$$

nous aurions la relation

$$\varphi(m') - \varphi(m) \leqq \int_{\overset{\smile}{mm'}} \sqrt{E du^2 + 2F du dv + G dv^2}$$

Si nous étions sur une surface S, moins générale que la surface S actuelle, et telle que ses géodésiques aient une tangente continue, φ posséderait en tout point de la région R, un gradient continu, nous pourrions alors passer de cette dernière relation, devenant égalité pour une certaine direction, à l'équation de Jacobi

$$G\left(\frac{\delta\varphi}{\delta u}\right)^2 - 2F\frac{\delta\varphi}{\delta u}\frac{\delta\varphi}{\delta v} + E\left(\frac{\delta\varphi}{\delta v}\right)^2 = EG - F^2.$$

Dans ce cas un peu particulier, la surface σ, décrite par l'extrémité p d'un segment mp perpendiculaire en m au plan u, v et de longueur $\varphi(m)$, jouirait de la propriété suivante : elle aurait en chaque point p un plan tangent, lequel serait tangent au cône élémentaire, en ce point, de l'équation de Jacobi[3]. La surface σ serait donc une intégrale de cette équation au sens ordinaire

Revenons au système initial d'hypothèses, en ce qui concerne la surface S. Alors, la surface σ sera liée à l'équation de Jacobi de la manière

1. *C. R.*, t. CLXXXIX, p. 447, section II.

1. *C. R.*, t. CLXXXIX, p. 443 et t. XCC, p. 571.

2. Nous entendons ici par région l'ensemble d'un domaine et de sa frontière.

3. On obtient l'équation de ce cône en éliminant

$$p = \frac{\delta\varphi}{\delta u} \quad q = \frac{\delta\varphi}{\delta v},$$

entre les équations

$$Gp^2 - 2Fpq + Eq^2 = EG - F^2$$

$$\frac{X}{Gp - Fq} = \frac{Y}{-Fp + Eq} = \frac{Z}{EG - F^2},$$

ce qui donne

$$Z^2 = EX^2 + 2FXY + GY^2.$$

suivante : en chaque point p de σ, le *contingent* de cette surface ne contiendra aucun rayon intérieur au cône élémentaire, et devra contenir au moins un rayon situé sur ce cône. Dans cet énoncé, il y a en effet deux parties ; la première, négative, traduit l'inégalité limitant supérieurement $\varphi(m') - \varphi(m)$; la seconde, affirmative, exprime que cette inégalité doit pouvoir, en chaque point m, se transformer en égalité.

Grâce à cette manière de libeller le problème, nous pouvons toujours considérer la plus courte distance d'un point mobile de la surface à un point fixe comme une *intégrale généralisée* de l'équation de Jacobi, qui redevient d'ailleurs ordinaire pour toute surface ayant des géodésiques à tangente continue. On voit en même temps l'importance de la notion de contingent en pareille matière [1].

J'arrête ici cette étude : ses résultats généraux, conformes aux indications du début, nous fourniront un guide précieux pour examiner, dans un prochain article, d'autres problèmes, s'écartant plus nettement, dès leur origine, des routes classiques.

G. Bouligand,
Professeur à la Faculté des Sciences de Poitiers.

1. En outre, notre extension reste valable dans des conditions élargies, notamment lorsqu'on considère la distance d'un point mobile de la surface à tout un ensemble de points de celle-ci : dans un prochain mémoire (annoncé ci-dessus) du *Bulletin des Sciences mathématiques*, on verra que ce problème de minimum absolu engendre encore une intégrale généralisée de l'équation de Jacobi, selon les mêmes principes.

LE RÔLE DU SEL MARIN
DANS LA CONSERVATION DES DENRÉES ALIMENTAIRES

On sale les viandes, les poissons, les légumes, les fromages, le beurre, etc., quand on veut leur assurer une plus ou moins longue conservation.

Les altérations de nos aliments, et, en général, des substances d'origine organique, étant dues principalement à l'activité des microgermes, il est naturel de penser que le sel marin, ou chlorure de sodium des chimistes, tue ces infiniment petits.

Il n'en est rien, tout au moins aux doses où il est couramment employé.

En d'autres termes, le sel marin n'est pas un bactéricide, un antiseptique énergique.

Les nombreuses expériences de divers savants tels que Koch, Miquel, Forster, Laufer, Schill et Fischer, Sternberg, Freytag, Arloin, Cornevin et Thomas, etc., ont montré, en effet, que certains microbes pathogènes, c'est-à-dire ceux qui engendrent des maladies plus ou moins graves dans l'organisme animal, sont loin de perdre leur vitalité sous l'action du chlorure de sodium.

Ainsi, les bacilles de la fièvre typhoïde, de la tuberculose, de la diphtérie, le septrocoque de l'érysipèle, le pneumocoque, le bacille du rouget, etc., résistent des semaines et des mois, suivant l'espèce, dans une solution concentrée de l'agent considéré.

On trouve, cependant, des ferments plus sensibles, tels le spirille du choléra, qui périt en peu d'heures, le bacille de la dysenterie, le colibacille, etc.

Il est utile, aussi, de se rappeler que les spores de tous les microbes sont plus favorisés que les cellules actives elles-mêmes.

Par exemple, les bacilles adultes du charbon sont tués en peu d'heures, alors que leurs spores peuvent survivre six mois.

« Si la salaison, dit Miquel, est un moyen très efficace de préserver la viande d'une prompte putréfaction, elle est impuissante à la désinfecter, quand elle est envahie par des microbes pathogènes ».

Sortant du domaine de la pathologie, nous voyons que le sel marin ne manifeste pas une meilleure efficacité contre les germes qui jouent le plus grand rôle dans les altérations des matières alimentaires.

Certaines saumures constituent de vrais bouillons de culture, qu'il est donc imprudent d'employer à nouveau.

Une saumure de lard, qui datait de 2 mois, a fourni, le huitième jour, à la numération des colonies, 960.612 germes, par centimètre cube.

L'examen de liquides analogues a donné les chiffres suivants, après le même laps de temps :

Saumure prélevée à bord d'un navire, 173.455 bactéries, et 614 moisissures;

Saumure prise dans une importante maison de salaisons, 705.400 bactéries;

Dans une saumure préparée depuis 8 jours seulement, et diluée au millième, il se développa tant de colonies, qu'après le troisième jour la numération ne put être faite; mais le calcul, basé sur les tables de Miquel, indiqua, pour le huitième jour, le chiffre impressionnant de 6.055.255.

Le professeur Reynal, de l'Ecole vétérinaire d'Alfort, a constaté que de la saumure ayant servi à conserver de la viande, administrée à un chien et à un cheval, provoqua des désordres graves dans l'organisme, attribués surtout aux ptomaïnes formées par des vibrions, microzymas, etc.

Le salage des peaux brutes fraîches, ou peaux vertes, n'empêche pas toujours celles-ci de se « piquer ».

Gorini a observé que le *Micrococcus Sornthalli*, qui est un des agents du boursouflement des fromages, manifeste encore son action gazéifiante dans des milieux contenant 25 % de sel, dose qui, évidemment, n'est jamais atteinte dans la pratique.

En fromagerie, on a remarqué que les quantités de sel que peuvent supporter les agents de la fermentation du caillé sont variables.

Ainsi, M. Manceau a trouvé, pour les *Penicillums*, 15 à 21 %, pour les ferments du « rouge », 15 à 18, pour l'*Oidium lactis*, le *Bacterium acidi lactici*, le *Bacterium lactis aerogenes*, 6 à 12, le *Mucor racemosus*, le *Sterigmatocystis nigra*, 6 à 7.

C'est en faisant varier la proportion de sel au moment du salage, que le fromager peut exercer une action sélective sur la flore microbienne du caillé, et obtenir ainsi, dans une certaine mesure, telle ou telle espèce de produit.

On s'explique, après tout cela, que Laufer ait pu dire : « Si le sel est un des antiseptiques les moins toxiques, il est aussi un des antiseptiques les moins antiseptiques. »

Miquel a même affirmé qu'à faible dose il favorise les microbes :

Il possède d'abord un pouvoir fécondant, qui croît de 0 à 8 pour mille, diminue ensuite de 8 à 20 pour mille, pour faire place à une action toxique, qui va en augmentant jusqu'à 165.

Mais ce qui est plus grave, c'est que le chlorure de sodium peut lui-même contaminer les produits qu'il a à charge de garantir contre les altérations microbiennes.

Au laboratoire de Kiel, on a constaté que le sel de qualité supérieure, employé pour le beurre, contenait 300 germes par gramme, et celui de qualité inférieure, utilisé pour les fromages, 25.000.

Grosseron a trouvé, dans une beurrerie-fromagerie, des sels envahis par une moisissure qui occasionna une perte de plusieurs milliers de francs, et rendit nécessaire une désinfection complète.

Rappin, Grosseron et Soubrane, de l'Institut Pasteur de Nantes, ont pu déceler, à l'analyse, dans des échantillons de beurre salé de diverses origines, des millions de bactéries, provenant, pour la plupart, du sel employé.

D'après H. Martel et Germain, le « rougé » est une altération grave, qui atteint les salaisons en général, et la morue en particulier. Elle occasionne, chaque année, des pertes considérables.

Elle est due à un cocobacille, le *Micrococcus rubroviscosus*, qui existe dans la plupart des sels, le sel gemme excepté.

Les bateaux qui font la pêche à la morue en sont infectés. Il en est de même des usines où l'on traite la morue.

La pullulation du microbe rouge marque le début de la putréfaction propre aux salaisons (morue, lard, anchois, etc.).

A ce microbe, s'ajoutent d'autres bactéries, ou moisissures, qui provoquent un ramollissement putride.

C'est au milieu d'un jambon immergé dans de la saumure, que Van Ermeghen a découvert le *Bacillus botulinus*.

Il infecte les viandes de principes éminemment toxiques, sans leur faire perdre la plus belle apparence, et produit, chez le consommateur, la maladie dite botulisme.

Il ne faut pas trop s'étonner de voir le sel jouer ainsi le rôle d'agent provocateur, si l'on peut dire, puisqu'il est incapable, on l'a vu, d'anéantir lui-même les germes qui peuvent le souiller, car il n'est pas à l'abri de toute pollution.

Qu'on le prenne dès son berceau d'origine, puis qu'on le suive pas à pas jusqu'au jour où on l'utilise, et on le voit exposé à toutes sortes de contacts fâcheux.

Si, à quelques kilomètres de la côte, et à une certaine profondeur, l'eau de mer est à peu près exempte de microgermes, il en est tout autrement au voisinage des marais salants.

On a trouvé là jusqu'à 15.000 germes par centimètre cube.

Dans un autre cas, où l'embouchure d'un égout était proche, le nombre est monté à 28.800.

Dans les eaux-mères que laisse le sel après sa cristallisation, Rappin, Grosseron et Soubrane ont pu déceler, par centimètre cube, 35.000 bactéries et 100 moisissures.

Il faut donc s'attendre à trouver dans le sel lui-même, c'est-à-dire dans l'eau interposée en-

tre les cristaux, un nombre imposant de micro-organismes.

On doit retenir aussi que les ustensiles qui servent à le manipuler sont plutôt d'une propreté douteuse.

Et puis n'y a-t-il pas les impuretés du sol, dont les déjections des ouvriers et des animaux ne sont pas les moindres.

Ajoutons encore la terre avec laquelle on recouvre le sel une fois amoncelé.

En vertu d'un préjugé assez répandu, certains industriels préparant les salaisons réclament du sel gris de préférence aux autres, et pour les satisfaire on en arrive à mélanger au produit un peu de vase extraite des marais salants.

Rappin, Grosseron et Soubrane ont trouvé, dans un gramme de gros sel gris brut, mélange de cristaux et de vase, 6.000 à 76.000 bactéries, et 100 à 700 moisissures.

Des cultures faites avec des bactéries de ce mélange, injectées à des cobayes, à la dose d'un centimètre cube, ont entraîné leur mort.

Il est évident que dans toutes les salines, dans toutes les usines, on ne fait pas preuve de la même insouciance, en ce qui concerne l'hygiène du sel.

Ou encore, l'eau de mer amenée dans les compartiments d'évaporation ne recèle pas toujours la population microbienne que nous avons signalée.

On sait depuis longtemps que pour certaines conserves, les olives, par exemple, tel marais salant donne du sel meilleur que tel autre.

De la mer à l'entrepôt, au détaillant, à sa dernière destination, le sel se trouve encore exposé à bien des risques.

Aussi peut-on dire que, quel que soit le lieu où on le considère, il contient toujours plus ou moins de microbes, qu'il s'agisse de sel brut, de sel fin, de sel lavé ou de sel raffiné.

Le sel fin est celui qui est recueilli à la surface de l'eau des marais salants, sur laquelle il flotte au moment de sa cristallisation.

Il est connu, dans le commerce, sous le nom de sel guérandin, parce qu'il est spécial à la presqu'île guérandaise (Loire-Inférieure).

Il passe pour être plus pur que le sel qui est prélevé ensuite, parce qu'il est plus blanc.

Toutefois, comme il s'est formé dans la même eau, et qu'il n'est pas manipulé avec plus de soins, la différence ne doit pas être tellement grande.

Le sel lavé n'est pas, non plus, sans reproche, car le lavage consiste à agiter le sel brut, très imparfaitement d'ailleurs, dans de l'eau qui, par raison d'économie, sert à plusieurs reprises.

Et alors, le liquide fourmille de germes de toute nature, qui ne pénètrent pas, évidemment, dans les cristaux, mais la surface de ces derniers ne se trouve pas moins polluée.

Cela explique que l'on ait pu trouver plus de germes dans du sel lavé, comparativement au même sel n'ayant pas subi le traitement.

On ne raffine généralement que le sel qui a séjourné 2 ans sous une couche protectrice de terre argileuse.

On le dissout dans de l'eau de mer prise à la rive même. On clarifie la solution dans des bacs, par le repos seulement, puis on fait cristalliser par évaporation ignée; mais la température ne dépassant pas 108 degrés, elle est insuffisante pour tuer tous les microbes.

L'analyse bactériologique a décelé, dans du sel raffiné, jusqu'à 2.900 bactéries et 200 germes de moisissures, par gramme.

Le sel gemme, est, dans les profondeurs du sol, à peu près à l'abri des germes nuisibles.

On le prépare, en France, comme le sel marin raffiné, par dissolution du sel brut, mais dans de l'eau douce, que l'on chasse ensuite par la chaleur.

A l'origine, il présente donc plus de garantie. Mais c'est surtout dans les manipulations subséquentes qu'il se contamine.

Un gramme de sel gemme raffiné, pris dans une livraison de l'Est, contenait 8.300 bactéries, et 400 moisissures.

Si l'on veut être assuré de la parfaite *innocuité* du sel employé dans les salaisons, il n'y a pas d'autre moyen que de le *stériliser* par la chaleur, ce qui, d'ailleurs, n'est pas facile, puisqu'il s'agit d'atteindre des micro-organismes emprisonnés dans les cristaux.

M. A. Andouard, directeur honoraire de la Station agronomique de la Loire-Inférieure, dit qu'une température de 130 à 140 degrés est suffisamment élevée pour répondre aux exigences de l'alimentation.

Pour M. M. Rappin, Grosseron et Soubrane, la chaleur sèche de 150 degrés ne peut assurer l'épuration biologique.

Les fromagers laissent leur sel des journées entières sur le feu, autant pour le dessécher et en faciliter l'emploi, que pour anéantir les germes malfaisants.

Mais c'est là un procédé dont il est difficile de contrôler l'efficacité.

Il est à prévoir que, tôt ou tard, les beurreries et fromageries, les usines de salaisons, où toutes les manipulations doivent être conduites rationnellement, seront pourvues d'un dispositif de stérilisation, qui deviendra aussi utile que la machine à

glace, par exemple, ou toute autre espèce d'agencement moderne.

M. Th. Grosseron a pu réaliser la stérilisation complète dans des appareils spéciaux qui opèrent en grand, traitant 3.000 kilos de matière à la fois.

Avec deux hommes on peut faire 4 ou 5 opérations par jour, c'est-à-dire stériliser 12.000 à 15.000 kilos.

Il est à peine besoin d'ajouter qu'il faut ensuite protéger le sel stérilisé contre tout nouvel ensemencement microbien.

Cette infection est d'autant plus à craindre que le chlorure de sodium est hygroscopique par nature, surtout s'il est chargé de chlorure de magnésium et de chlorure de calcium, qui l'accompagnent dans la mer avec quelques autres ingrédients.

Humide, il est plus apte à retenir facilement les poussières et autres impuretés.

En ce qui concerne l'emballage, les sacs sont à rejeter.

En outre, le contenant doit toujours être bien fermé, quand on n'utilise pas le contenu.

Rappelons, à ce sujet, qu'au laboratoire de Kiel on a trouvé que du sel tenu dans des barils en bois était plus riche en germes microbiens dans les couches supérieures que dans les profondeurs du récipient.

Et maintenant, il est temps d'examiner quel rôle peut encore jouer le chlorure de sodium dans la conservation des matières alimentaires, puisqu'il a, tout au plus, au regard des ferments figurés, une simple action retardatrice sur leur activité, en plasmolysant les cellules microbiennes, dit Lindet, en les épuisant en azote, acide phosphorique et potasse, ce qui s'oppose à leur multiplication.

Le sel, par sa propriété hygroscopique, attire à la surface des produits qu'il imprègne une certaine quantité d'eau.

Il est certain que cette déshydratation, cette action desséchante, plus ou moins accentuée, exercée sur les tissus organiques, gêne encore la vitalité des microgermes.

La matière albuminoïde coagulée est moins apte aussi à être attaquée.

L'eau qui suinte n'est pas pure.

Chez les viandes elle contient, entre autres, des principes albuminoïdes, dont on connaît la fragilité, au point de vue conservation.

Mais, évidemment, l'aliment perd ainsi une petite quantité de matières nutritives.

Chez les fromages et le beurre, le liquide d'exsudation renferme, également, des substances albuminoïdes, et aussi du lactose, aliments préférés des microbes.

Enfin, une grande partie de ces derniers est expulsée avec le petit-lait.

Rappelons que le Dr Donald Tressler, opérant sur les poissons, a constaté que le chlorure de sodium pur pénètre plus facilement dans la chair que le sel brut chargé de chlorure de calcium et de chlorure de magnésium, ce dernier influant davantage dans l'action retardatrice.

Il y a là, peut-être, une question d'hygroscopicité, le chlorure de magnésium et le chlorure de calcium absorbant plus facilement l'humidité, sont rejetés aussi plus aisément, avec le chlorure de sodium qu'ils accompagnent.

Antonin Rolet,
Ingénieur Agronome,
Professeur à l'Ecole d'Agriculture
d'Antibes (A.-M.).

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Géophysique.

Rothé (E.), *Doyen de la Faculté des Sciences de Strasbourg, Directeur de l'Institut de Physique du Globe.* — **Les Méthodes de prospection du sous-sol.** — *1 vol.* (25 × 17) *de* 392 *pages, Paris, Gauthier-Villars,* 1930, *(Prix : 75 fr.).*

L'un des problèmes fondamentaux de la Géophysique est l'étude de l'intérieur du Globe. Elle doit se déduire d'observations et de mesures faites à la surface. On a donc dû imaginer des méthodes indirectes permettant d'obtenir des renseignements sur l'intérieur d'après des résultats numériques obtenus à la surface.

L'étude des couches superficielles par des procédés géophysiques se présente comme un cas particulier de ces méthodes indirectes. Elle a un grand intérêt scientifique et apporte une aide importante à la géologie. Elle présente aussi un grand intérêt pratique en fournissant des méthodes de prospection.

L'emploi de ces procédés géophysiques de prospection s'est beaucoup répandu dans ces derniers temps. Des appareils spéciaux ont été établis, avec une technique et des méthodes d'interprétation nouvelles. M. Rothé, qui a créé à l'Institut de Physique du Globe de Strasbourg un enseignement destiné à la formation d'ingénieurs géophysiciens, a rendu un grand service en publiant les leçons qu'il a faites à ces élèves ingénieurs. On trouvera dans son livre l'exposé des principales méthodes géophysiques de prospection, la description des appareils, et des exemples des résultats obtenus, avec de nombreuses indications bibliographiques.

L'ouvrage comprend quatre parties, consacrées aux méthodes magnétique, électrique, séismique et gravifique. L'auteur donne sur chacune d'elles des indications théoriques assez développées pour que le livre se suffise à lui-même; de nombreuses figures accompagnent la description des appareils et l'indication des résultats; pour chacune des méthodes sont décrites les manipulations instituées à Strasbourg pour les travaux pratiques des étudiants.

M. Rothé insiste avec raison dans l'introduction sur l'importance qu'il y a à procéder à une étude géographique et géologique de la région avant d'appliquer les méthodes géophysiques; cette étude préalable est nécessaire pour le choix des méthodes à employer. Il insiste aussi sur le genre des renseignements donnés, en général, par les méthodes géophysiques. Ces renseignements dépendent d'interprétations souvent délicates. Ce serait risquer de jeter le discrédit sur les méthodes géophysiques de prospection que de les laisser considérer comme susceptibles de donner de manière générale des résultats directs et précis. Les indications qu'on en tire sont assez précieuses déjà pour justifier pleinement leur emploi; la valeur de ces indications croîtra probablement assez vite, à mesure qu'on saura mieux comment les résultats se présentent pour les principaux types de gisements. Il y a d'ailleurs bien des cas où le problème se trouve simplifié par quelque condition, par exemple s'il s'agit de suivre un accident géologique ou un filon connu en un point, ou encore de fixer l'étendue d'un gisement dont une partie est exploitée ou connue. Dans de telles applications, l'indétermination initiale, qui est la grosse difficulté dans l'emploi des méthodes géophysiques, disparaît, et la solution devient beaucoup plus facile.

Le livre de M. Rothé sera très précieux pour répandre dans les milieux scientifiques et techniques, et dans le public, la connaissance de ces méthodes nouvelles, dont il est important d'étendre l'application en France et dans les Colonies.

Ch. Maurain,
Membre de l'Institut,
Doyen de la Faculté des Sciences de Paris,
Directeur de l'Institut de Physique du Globe.

2° Sciences physiques.

Born (M.) et **Jordan** (P.). — **Elementare quantenmechanik.** — *1 vol. petit in-8° de 434 pages, édité chez Julius Springer, Berlin,* 1930. *(Prix : broché,* 28 *marks; relié,* 29,80 *marks).*

Ce volume est le neuvième de la Collection intitulée « Struktur der Materie », dont les lecteurs de la Revue ont déjà pu, à plusieurs reprises, apprécier l'intérêt. Il constitue le tome 2 d'un ouvrage dont la première partie, parue en 1925 dans la même collection, était intitulée « Vorlesungen über Atommechanik. »

Dans le livre de 1925, Born avait donné un exposé méthodique de la mécanique atomique traitée au point de vue de l'ancienne théorie des quanta, dite théorie de Bohr-Sommerfeld. Le volume actuel, dû à la collaboration de Born et de Jordan, nous fait pénétrer dans la mécanique quantique nouvelle. On sait que l'on peut développer cette mécanique par deux voies distinctes, connues sous les noms de mécanique des matrices et de mécanique ondulatoire : ces voies, en apparence opposées, convergent en réalité vers une doctrine commune dont elles ne font que montrer les aspects divers. Les auteurs se sont placés systématiquement au point de vue de la mécanique des matrices, mécanique qu'ils ont d'ailleurs, avec Heisenberg, contribué à créer dans des mémoires fondamentaux publiés en 1925.

Cette décision de négliger volontairement les importants résultats de Schrödinger et la mécanique ondulatoire n'implique nullement, — les auteurs prennent soin de le préciser, — que ces résultats leur

paraissent moins importants que ceux de leur propre doctrine. Mais la mécanique ondulatoire a déjà fait l'objet, dans divers pays, d'exposés variés et suffisamment copieux, tandis que les matrices ont été relativement négligées.

Il était assurément impossible de trouver des savants plus qualifiés que Born et Jordan pour traiter la mécanique des matrices et les physiciens accueilleront avec plaisir un exposé aussi complet et aussi systématique que celui-ci. Après une courte introduction rappelant les principes physiques des théories quantiques, les auteurs ont rassemblé dans un chapitre purement mathématique les résultats nécessaires à la compréhension des calculs matriciels. Ils formulent ensuite les équations générales de la mécanique des matrices et les appliquent immédiatement à l'oscillateur linéaire. Le chapitre suivant est consacré aux théorèmes sur les moments cinétiques, avec application à la molécule diatomique, à la formule de Balmer, etc. Un des chapitres les plus importants est celui qui traite de la théorie des perturbations : les applications y sont nombreuses, et nous citerons en particulier l'étude de la dispersion, celle des effets Zeeman et Stark, celle de la biréfringence électrique et magnétique.

On sait que c'est à Born que nous devons l'interprétation statistique de la fonction de Schrödinger. Aussi lira-t-on avec un intérêt particulier le chapitre où les auteurs développent l'interprétation statistique de la mécanique des matrices et la question connexe du principe d'indétermination. Le livre se termine par un chapitre relatif à la théorie quantique de la lumière et en particulier à la formule de Planck.

Nous achèverons par une remarque qui n'est peut-être pas inutile. Parmi les physiciens qui se sont intéressés aux théories quantiques nouvelles, le plus grand nombre se sont tournés vers la mécanique ondulatoire, dont les méthodes de calcul plus simples et l'allure plus classique leur paraissaient plus abordables. La mécanique des matrices, si utile et même si nécessaire dans certains cas, a un caractère moins intuitif et nécessite un effort d'abstraction très sérieux. Le livre de Born et Jordan ne détruira pas complètement cette impression. Quoique rédigé par des maîtres en la matière, et d'une manière aussi claire que possible, sa lecture demande un effort indéniable, et le mot « élémentaire » qui figure dans le titre ne doit pas faire illusion. Il n'en reste pas moins vrai qu'il représente, à l'heure présente, l'exposé le plus complet et le plus satisfaisant d'une doctrine importante, et est, par suite, indispensable, à tous ceux qui désirent approfondir les théories physiques actuelles.

Eugène Bloch.

***

Robertson (John Kellock), *Professeur de physique à l'Université de Kingston (Canada).* — **Introductien to physical Optics.** — 1 *vol. in-8° de* VII-422 *p. avec* 223 *fig. et* 1 *pl.* (*Prix : cart.,* 20 *sh.*). *Champman and Hall,* 11, *Henrietta Street, Covent Garden, Londres,* 1930.

Ce volume constitue un traité élémentaire d'Optique physique, exposant dans ses quinze premiers chapitres les questions qui forment le fonds habituel de ce genre d'ouvrage : mouvement ondulatoire, réflexion et réfraction, lentilles, télescopes, dispersion, spectres, interférences, diffraction, double réfraction, polarisation plane et rotatoire. Chaque chapitre est accompagné d'un certain nombre de problèmes (avec solutions).

Jusque là l'auteur a fait usage pour l'exposé et l'interprétation des phénomènes de la théorie ondulatoire, soit sous sa forme élastique, soit sous sa forme électro-magnétique. Mais l'étude de l'origine des spectres et des phénomènes de réaction entre radiation et matière l'amène à exposer brièvement la théorie corpusculaire ou quantique de la lumière, et ses contradictions avec la première, puis l'essai de conciliation qu'offre provisoirement la mécanique des ondes, dues surtout aux travaux de L. de Broglie et de Schrödinger. Le livre de M. Robertson nous conduit donc jusqu'aux plus récentes acquisitions de la science dans le domaine de l'Optique physique.

Louis Brunet.

***

Castelfranchi (G.). — **Physique moderne.** — 1 *vol. in-8° de* 660 *pages avec figures.* — *Traduction de* A. Quemper de Lanascol. — *Librairie scientifique A. Blanchard, Paris,* 1930. (*Prix, broché :* 70 *fr.*).

Il s'agit ici d'un exposé synthétique de l'ensemble de la physique actuelle et des travaux théoriques et expérimentaux des physiciens contemporains.

On sait toute la difficulté que l'homme le plus cultivé a à se tenir au courant de l'évolution de la physique moderne dont toutes les branches ont été bouleversées depuis une trentaine d'années. Seul le physicien de métier peut en suivre les progrès incessants et encore cette affirmation n'est-elle vraie que pour ce qui rapporte à sa propre spécialité.

Quelle entreprise serait en effet, pour celui qui désirerait parcourir le domaine entier de la physique, d'entreprendre l'étude des innombrables travaux qui ont été publiés et quelles difficultés aussi dans leur lecture.

Eh bien, voici cependant qu'un ingénieur italien a osé se lancer dans une telle entreprise et y réussir si bien que M. de Broglie a pu lui écrire : « Je trouve que votre livre est un magnifique exposé des questions de la physique actuelle et que vous avez su faire cet exposé de la façon la plus claire et la plus vivante ».

Les deux premiers chapitres : *Les Atomes et Molécules en Chimie-Physique*, et *La Lumière*, servent d'introduction. Les principales notions de chimie, d'optique physique et de la théorie électromagnétique de la lumière y sont rappelées dans ce qui est nécessaire à l'intelligence du reste de l'ouvrage.

D'ailleurs dans ce reste, l'auteur s'est efforcé de ne pas s'écarter de la plus grande simplicité d'exposition,

d'éviter les obscurités, les développements trop longs surtout dans les calculs qui empêcheraient de saisir rapidement l'ensemble.

Aussi, à part le XIVe chapitre « *Sommerfeld et l'atome d'Hydrogène, Les autres atomes* » qui présente sous le rapport mathématique de notables difficultés, les autres pourront-ils être lus aisément et encore dans ce chapitre, le lecteur insuffisamment armé en Analyse aura-t-il la possibilité de laisser de côté les paragraphes marqués d'un astérisque.

L'ampleur du sujet ne permet pas dans une place aussi mesurée que celle-ci de dire à l'occasion des divers chapitres, ce que nous en pouvons penser. Pour donner au lecteur une idée du contenu du livre, le mieux, semble-t-il, est de citer les têtes de chapitres que voici : III. Théorie cinétique des gaz; IV. Mouvement brownien; V. Les fluctuations; VI. La relativité et la masse; VII. L'électron et les rayons positifs; VIII. Les rayons X et le numéro atomique; IX. Les cristaux; X. La radio-activité; XI. L'atome nucléaire. Rutherford; XII. Les radiations thermiques et les quanta; XIII. L'atome de Bohr; XIV. Sommerfeld et l'atome d'hydrogène. Les autres atomes; XV. Les chaleurs spécifiques; XVI. L'effet photoélectrique et son inverse; XVII. L'effet Compton. Les quanta de lumière; XVIII. Le magnétisme et les quanta; XIX. La mécanique ondulatoire et la mécanique quantique; XX. Les nouvelles statistiques. Fermi et Bose.

Telle est l'énormité des matériaux accumulés. Une pareille mise au point, comme l'a dit M. Maurice de Broglie, qui s'étend jusqu'aux plus récents progrès ne peut être considérée que comme tout à fait remarquable et extrêmement utile pour tous les physiciens.

Nous pensons donc que l'ouvrage sera le bienvenu parmi tous ceux de plus en plus nombreux, qui s'intéressent à la physique. Nous ne pouvons en tout cas que souhaiter le plus vif succès au travail de M. Castelfranchi, bien présenté par la librairie Blanchard et que toute bibliothèque de physicien devra garder, comme M. Planck de Berlin l'a lui-même dit.

F. M.

3° Sciences naturelles.

Harnisch (Otto), *Privat-docent de Zoologie à l'Université de Cologne.* — **Die Biologie der Moore.** — *Collection* die Binnengewässer, *Bd.* VII. 1 *vol. de* 146 *p.*, 5 *pl.*, 30 *fig. E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchh. Stüttgart,* 1929. (*Prix : broché,* 16 *M.; relié,* 17 *M.* 50),

L'auteur consacre la première partie de cette monographie à la description de la Tourbière; il examine les divers aspects, le développement, l'histoire de ce milieu et les conditions de vie qu'il offre aux organismes. Il étudie ensuite les associations végétales et animales qu'on y rencontre. Flore et faune sont extraordinairement pauvres en espèces, et parfois aussi en individus. Les Algues monocellulaires (surtout Diatomées) et les Rhizopodes (qui sont en général des formes testacées) sont les organismes les plus abondants. Cette grande pauvreté tient à plusieurs causes : la Tourbière est soumise à de très grandes variations de température; ses eaux renferment peu de nourriture et sont nettement toxiques pour de nombreux organismes (toxicité due peut-être à la présence de dérivés humiques acides?).

Certains éléments de la population des tourbières vivent dans ce milieu depuis fort longtemps (quelques-uns, comme les Rhizopodes cuirassés des genres *Amphitrema* et *Hyalosphaenia,* y sont depuis la période glaciaire); l'auteur les appelle éléments primaires. D'autres (éléments secondaires) sont d'introduction plus ou moins récente.

R.

*
**

Michotte (F.). — **Le Lin. Culture et exploitation.** — 1 *vol. gr. in-8° de* 421 *pages, avec figures. Société de la Propagande Coloniale,* 45, *avenue Trudaine, Paris,* (*Prix :* 50 *fr.*).

Nous eussions aimé qu'une masse aussi considérable de documents fût présentée avec un plus grand souci du style, trop souvent des plus négligés. Cette critique étant faite, nous devons à la vérité de dire que ce volume présente un effort considérable, méritoire, et que les lecteurs ne seront point déçus, car tout ce qui concerne le lin est traité avec compétence.

Certainement la culture de cette plante remonte à la plus haute antiquité, à 3.000 ans avant l'ère chrétienne (et non 8.000) mais elle a eu un sort malheureux en Europe depuis cinquante ans. Ce n'est qu'en Argentine, en Uruguay, au Canada, aux Etats-Unis, que sa culture a prospéré : mais pour l'ensemble du monde, par suite de la disparition de la Russie, les chiffres d'avant-guerre ne sont plus atteints actuellement. Un problème mondial se pose de ce chef, et M. Michotte en étudie toutes les données.

Ce sont : *l'étude de la plante*; espèces, sélection, fibre, maladies, ennemis, mauvaises herbes contrariant sa croissance; *sa culture dans toutes les régions du globe,* en particulier en France, dans près de quarante pays de toutes les latitudes; *sa culture proprement dite* à partir de la préparation du sol, des engrais, du choix de la semence jusqu'à la récolte; *le travail du lin,* teillage, peignage, rouissage, dégommage chimique; *la graine,* sa farine, son huile.

Une dernière partie est consacrée à la littérature du lin, aux Congrès qui s'en occupent.

Nous laissons à l'auteur la responsabilité des opinions très nettes qu'il émet : beaucoup sont admises par toutes les personnes qui ont étudié le lin; d'autres le sont par partie de celles-ci seulement. Ce que nous regardons comme précieux, c'est la documentation large de l'ouvrage de M. Michotte, et les innombrables éléments d'appréciation qu'on y rencontre.

B. M.

4° Art de l'ingénieur.

Bouasse (H.). — **Instruments à vent.** *Tome* II, *de la* Bibliothèque scientifique de l'Ingénieur et du Physicien. — 1 *volume in*-8° *de* 387 *pages et* 136 *figures. Delagrave, éditeur, Paris,* 1930.

L'auteur présente ici le 7e et dernier volume qu'il a consacré, dans sa collection de physique, à l'Acoustique.

Cette Science, si peu cultivée en France depuis longtemps, où pourtant elle a eu d'éminents représentants, rares il est vrai, dont le Père Mersenne, trouve dans l'énorme travail de M. Bouasse un monument digne de l'intérêt qu'elle offre. L'œuvre du Professeur de Toulouse, on s'en doute bien, est absolument originale, sans équivalent dans aucune langue et essentiellement expérimentale. Ce travail repose donc sur une base d'autant plus solide que M. Bouasse a pu bénéficier de la collaboration expérimentale de M. Fouché, Docteur ès sciences, doué d'un appareil auditif peu commun.

Le 1er chapitre concerne les instruments à embouchure de cor, où M. Bouasse relève pas mal de sottises s'étalant dans les traités d'orchestration et les méthodes pour divers instruments qu'il prend soin de rectifier comme on sait. Il faut remarquer que sur les instruments en question, l'artiste « fait la note » proposition sans laquelle on ne comprend rien à la théorie des instruments à embouchure de cor.

Le chapitre II traite des instruments à anche, le chap. III, des instruments à embouchure de flûte.

Le chap. IV entreprend un problème qui n'est pas jeune, celui du timbre des instruments à vent et qui a été repris dans ces trente dernières années par l'analyse harmonique des courbes enregistrées par une membrane vibrante dont malheureusement on a admis souvent, et à tort, qu'elle reproduit fidèlement l'onde aérienne. Miller a donné la démonstration de la complexité du phénomène et une méthode de réduction.

On sait qu'on entretient une onde stationnaire en imposant un déplacement périodique à la section droite d'une colonne gazeuse, limitée par un tuyau; c'est l'expérience d'Hopkins. On réalise l'entretien par l'emploi d'une flamme périodiquement variable par exemple. C'est cet entretien des tuyaux par des phénomènes calorifiques qui fait l'objet du chap. V. Le problème non encore débrouillé est d'un grand intérêt théorique.

Le chap. VI concerne la voix humaine, le chap. VII la théorie des voyelles; la phonétique expérimentale, chap. VIII étudie les mouvements connexes de toutes les parties mobiles laryngiennes et supralaryngiennes dans l'articulation des groupes de sons qui constituent le langage : elle permet une comparaison précise du mécanisme phonétique des langues, explique leurs transformations. Cela sort évidemment du domaine de la physique. Toutefois l'auteur a quelques bonnes raisons d'en dire quelques mots, entre autres la similitude des techniques du phonétiste et du physicien pour permettre de savoir en fin de compte de quoi s'occupe une science autour de laquelle on fait du bruit.

Les sons de sillage résultent du mouvement d'un corps rigide, dans une atmosphère indéfinie : sons des projectiles, des lignes télégraphiques; les sons d'écoulement sont dus aux jets gazeux. Le chap. IX est consacré à ces sons et aux sons de biseau. Le chap. X traite deux problèmes intimement liés, celui du son et des bruits, celui de la détonation et du claquement (fouet). Un appendice est réservé aux phénomènes dans un long tuyau pour de petites fréquences et de grandes amplitudes.

Comme d'ordinaire pour aider aux recherches une table alphabétique des matières termine le volume qui est précédé suivant l'habitude d'une préface ici consacrée au « bafouillage ».

L. P.

5° Géographie.

Martonne (Edouard **de**). — **Le Savant colonial.** *Collection* Vies coloniales, *publiée sous la direction de* Georges Hardy. — 1 *vol. pet. in*-8° *de* 172 *p. Editions* Larose, Paris, 1930.

M. Edouard de Martonne, éminent professeur à la Faculté des Lettres de Paris, a mis en relief d'une façon frappante dans ce volume tous les hauts efforts divers qui ont été faits de toutes parts en France pour le développement de nombreuses recherches scientifiques offrant un ntérêt de premier ordre pour la mise en valeur de nos grandes richesses coloniales. Toutes ces recherches ont amené ainsi à procurer à la science de très nombreuses documentations nouvelles, se rapportant principalement aux sciences naturelles. L'auteur a bien mis en relief tout l'intérêt qu'offre l'extension de fortes études savantes pour une mise à profit plus entière de toutes les ressources précieuses qu'offrent nos possessions.

M. de Martonne a montré comment sont formés tous les cadres intellectuels nécessaires à l'étude scientifique des colonies et à leur développement rationnel. Puis il expose quels sont les services scientifiques existant aux colonies et se rattachant aux études géographiques, géologiques, minéralogiques, etc. Nous voyons ce que sont toutes les nombreuses associations de savants coloniaux en France et aux colonies, et tout ce que font sur place tous nos savants coloniaux pour assurer d'abord une solide santé physique, puis toutes les bonnes conditions du travail, l'attachement des indigènes et la mise en valeur de tous les produits locaux.

En résumé, d'après les exposés de M. E. de Martonne, on voit bien que, pour assurer la mise en valeur intégrale de l'ensemble des colonies françaises, ce sera toujours grâce au concours de nombreux savants, d'accord avec les gouvernements coloniaux qui représentent notre puissance nationale.

G. Regelsperger.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADEMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 24 Février 1930.

1° Sciences mathématiques. — M. **F. Marty** : *Sur la répartition des valeurs d'une fonction méromorphe.* — M. **L. Ravier** : *Résultats d'expériences sur la poussée des terres.* Des expériences sur des modèles réduits ont montré que lorsqu'on a établi une surcharge sur le terre-plein retenu par une muraille de soutènement (ou un quai), et qu'on retire cette surcharge, la tension créée dans les encrages subsiste presque intégralement. On s'explique facilement la chose par le fait que la surcharge comprime le remblai, et que, quand on la retire, le remblai reste comprimé. — M. **Benjamin Jekhowsky** : *Sur le calcul de l'orientation du grand cercle de recherches des astéroïdes.* — M. **Maurice Michel** : *Sur un calendrier perpétuel donnant instantanément le calendrier d'une année quelconque julienne ou grégorienne.* Le calendrier perpétuel en question permet de mettre instantanément en vue les quantièmes et jours des 12 mois de n'importe quelle année julienne ou grégorienne. Il donne immédiatement, sans calcul et sans correction, le jour de la semaine correspondant à une date quelconque, les années ayant le même calendrier, etc., et résout, avec la plus grande simplicité, divers autres problèmes de dates.

2° Sciences physiques. — MM. **Guichard, Clausmann et Billon** : *Influence de l'état initial de certains métaux et alliages sur la variation de dureté en fonction de l'écrouissage.* De mesures faites sur divers métaux et alliages, il semble résulter que l'on obtient, en général, une courbe de dureté en fonction de l'écrouissage, d'allure classique, conduisant à une dureté limite caractéristique de chacun d'eux et que cette limite est la même pour un métal simplement coulé et pour le même métal recuit (cas du cuivre, de l'argent, du cuivre-nickel). Pourtant les alliages cuivre-argent, de divers titres, conduisent difficilement à une limite de dureté. En outre, dans chaque cas, le métal coulé tend vers une limite de dureté plus élevée que le métal recuit. Quelque chose de la différence initiale de structure se conserverait donc à travers les profondes déformations que produit l'écrouissage intense de ces alliages. — M. **Ch. Fabry** : *Sur une nouvelle méthode pour l'étude expérimentale des tensions élastiques.* — M. **A. Blondel** : *Diagrammes pour l'étude des régimes et de la stabilité statique des alternateurs accouplés.* — M. **L. Décombe** : *Théorie ondulatoire et rayonnement noir.* — M. **G. Foëx** : *Le diamagnétisme des ions halogènes.* — M. **Augustin Boutaric** et Mlle **Madeleine Roy** : *Sur la radioactivité de divers métaux provenant de toitures anciennes.* Mlle Maracineanu a signalé antérieurement la radioactivité présentée par des feuilles de plomb anciennes et notamment par celles d'une partie de la toiture de l'observatoire de Paris. Les auteurs ont étudié la radioactivité de ces feuilles et admettent que les métaux peuvent fixer par adsorption les émanations radioactives contenues dans l'atmosphère et dans l'eau de pluie. — MM. **H. Muraour** et **G. Aunis** : *Sur la loi de combustion des poudres colloïdales.* — M. **P. Bary** : *Etude des solutions de matières colorantes par la pectographie.* Des observations sur diverses matières colorantes essayées, il résulte que les pectographies sont en accord avec les nombreuses études déjà faites sur ces matières pour montrer les formes diverses que prennent ces matières en solution, suivant leur constitution, leur concentration et le liquide employé comme dissolvant. On voit de plus, l'existence, pour certains colorants, d'une forme de solution qui n'est pas la solution vraie (moléculaire), ni la dispersion de la matière à l'état de granules, mais celle que donnent les colloïdes lyophiles capables de fournir des gelées. Ces gelées sont assez instables et cristallisent si leur dessiccation n'est pas obtenue assez rapidement. Ces résultats confirment l'existence, pour différentes solutions colloïdales, des deux formes possibles de dispersion correspondant à ce qu'on nomme couramment solution et suspension colloïdales. — M. **Chilowsky** : *Nouveau mode de gazéification des huiles lourdes.* — Mme **Ramart-Lucas** et M. **F. Salmon-Legagneur** : *Configuration des molécules dans l'espace. Absorption dans l'ultraviolet des acides alcoylmaloniques.* L'étude de l'absorption dans l'ultraviolet des acides de la série malonique conduit à attribuer une structure différente dans l'espace pour les acides monosubstitués et pour les acides disubstitués. On doit également admettre que les acides et leurs éthers ont une configuration spatiale différente. — MM. **M. Weizmann** et **S. Malkowa** : *Action des hydracides sur l'épihydrine-phtalimide.* — Mme **Bruzau** : *Préparation de quelques arylcétones trisubstituées.* — M. **V. Brustier** : *Sur le spectre d'absorption ultraviolet de la chélidonine.* L'analogie entre l'absorption ultraviolette, produite par la chélidonine et les alcaloïdes du groupe de la morphine, autorise l'interprétation suivante : la chélidonine est un dérivé du phénanthrène et non de l'isoquinoléine. — MM. **Georges Brus** et **G. Peyres-blanques** : *Sur la fixation de l'ozone par les composés non saturés.* Les résultats exposés dans la présente Note, montrent l'intérêt des courbes d'ozonisation qui doivent contribuer à élucider complètement le mode de formation des perozonides en O^4, O^5 (ac. oléique) et de leurs polymères. — M. **L. Royer** : *De l'influence possible du milieu ambiant sur la symétrie des formes de quelques minéraux naturels.* — M. **René Baillaud** : *Séismes et coups de toit.*

3° Sciences naturelles. — M. **L. Gaurier** : *Sur le remaniement des alluvions dans les lacs aménagés en réservoirs.* Les observations de l'auteur prouvent que le déplacement des matériaux meubles des rives vers le fond des lacs est assez actif pour mériter l'attention des ingénieurs chargés d'aménager ces réservoirs. Sans doute le volume d'eau disponible reste le même puisque la nappe liquide gagne en étendue sur les rives ce qu'elle

perd en profondeur ; mais puisque le comblement devient d'autant plus rapide que les oscillations du niveau du réservoir sont plus fréquentes, il est indispensable que la galerie destinée à amener l'eau du lac aux conduites de l'usine débouche toujours à une assez grande hauteur au-dessus du fond de la cuvette, sous peine d'être promptement obstruée par les alluvions. — M. **A. Gruvel** : *Sur les principales zones chalutables de la Méditerranée orientale. Carte de pêche du golfe d'Alexandrie.* L'auteur a pu délimiter quatre zones chalutables situées entre l'embouchure du Nil et le golfe de Tarse, en passant par les côtes de la Palestine et de Syrie. La première est comprise entre l'embouchure du Nil et le Cap Carmel. La deuxième s'étend de Tripoli vers Lattaquié ; la troisième zone est exclusivement formée par le golfe d'Alexandrette et elle est caractérisée par la quantité considérable d'*Epinephelus alexandrinus* (sorte de Serran) et de tortues (*Thalassochelys caretta L.*) qu'on y rencontre. On y trouve également une énorme crevette *Paenus monodon*. La quatrième zone chalutable est située dans le golfe de Tarse, et s'étend presque jusqu'à Chypre. C'est une zone extrêmement importante. — M. **Louis Glangeaud** : *Sur l'extension et les facies du Crétacé inférieur et moyen dans l'Atlas littoral du Nord de la province d'Alger.* — MM. **A. Maublanc** et **G. Malençon** : *Sur la nature et l'organisation de la gleba du* Battarrea Guicciardiniana. L'étude du développement de ce Champignon permet d'en affirmer la nature basidifère. Les *Tylostoma, Queletia et Battarrea* offrent une similitude tellement frappante dans la structure et le développement de leur appareil végétatif, que l'on peut penser que ces genres, en dépit de leur gleba, tantôt euhyméniée, tantôt plectobasidiée, doivent constituer une seule et même famille. Les *Battarrea* en sont les représentants les plus élevés, les autres genres apparaissent comme les échelons inférieurs, dégradés à la fois dans l'ordonnance de l'hyménium et la forme des basides. Pour cette raison, il serait logique de donner à ce groupement naturel le nom de *Battarreaceae* au lieu de celui de *Tylostomataceae* sous lequel on l'a désigné jusqu'ici. — M. **Paul Guérin** : *L'acide cyanhydrique chez les Vesces. La répartition dans les divers organes des Légumineuses-Papilionacées à glucoside cyanogénétique.* Chez les légumineuses à acide cyanhydrique, le glucoside cyanogénétique peut, suivant les genres, se trouver localisé dans des organes tout à fait différents, et parfois dans un seul, à l'exclusion de tout autre. 1° Chez les *Vicia*, la graine seule en est pourvue. 2° Dans les *Lotus* le glucoside n'existe pas dans la graine, mais il apparaît dès la germination et on le trouve, plus ou moins abondant, dans la tige feuillée. 3° Chez *Tetragonolobus, Dorycnium* et *Bonjeania* le glucoside cyanogénétique n'apparaît, comme chez les *Lotus*, que dans les feuilles cotylédonaires, mais il demeure là où il a pris naissance : la plantule et la tige feuillée s'en montrent totalement privées. 4° Le *Phaseaolus lunatus* possède de l'acide cyanhydrique à la fois dans la graine et dans la tige feuillée. — M. **Maurice Hocquette** : *Influence de la décalcification et de l'acidité des sables littoraux sur la végétation.* D'assez faibles variations d'ionisation semblent intervenir dans la répartition des espèces végétales et en particulier des espèces calcifuges. Les observations de l'auteur mettent en évidence une relation entre leur présence, la teneur en carbonate de calcium et le taux en *p*H du support. Pour que les *Rhinanthus* par exemple, prennent pied sur les sables littoraux, il faut que, d'une part, la quantité de CO^2Ca, d'autre part, l'ionisation ne dépassent pas un certain maximum (ici 4 p. 100 et 7,5). — Mlle **M.-L. Verrier** : *Sur la structure de la rétine d'un* Agamidae : Agama Tournevillii *La taste. Présence d'une* fovea. *La fovea d'Agama Tournevillii* par ses caractères macroscopiques, l'absence de pigment, son niveau, son bouquet de cônes central, le rapport du nombre des cellules visuelles au nombre des cellules ganglionnaires peu différent de l'unité, rappelle la description d'une *fovea* de Caméléon, d'Oiseau de proie, ou même une *fovea* humaine. Sa présence est l'indice d'une très bonne acuité visuelle qui existe aussi, mais à un moindre degré dans les autres régions de la rétine, toutefois, les parties périphériques paraissent mieux douées à cet égard que la rétine humaine. L'existence exclusive de cônes permet une faculté étendue de discrimination des couleurs, et fait de l'œil de l'Agame un organe propre à la vision diurne. — MM. **D. Santenoise, H. Verdier** et **M. Vidacovitch** : *Vagotonine pancréatique et glycogène hépatique.* Le pancréas intervient, par l'intermédiaire du vague, dans la fixation du glycogène sur le foie, en sécrétant une hormone vagotonisante différente de l'insuline. Les auteurs proposent d'appeler provisoirement cette substance vagotonine. — M. **J. Malassez** : *Répartition de l'énergie dans les couleurs composées.* Le problème du mélange des couleurs peut être traité en utilisant les notions d'énergie. En effet à tout flux lumineux correspond un flux d'énergie. Les auteurs ont donc comparé la couleur simple de même teinte, sans tenir compte de la différence de saturation. Un dispositif simple permet d'obtenir deux plages contiguës : l'une éclairée par le mélange de deux radiations monochromatiques, l'autre par une radiation simple dont la longueur d'onde est comprise entre celles des deux composantes. Une pile thermo-électrique sensible permet de mesurer les flux énergétiques correspondants. La rétine dans le domaine exploré, est toujours plus sensible à la lumière simple qu'à la lumière composée, de même teinte. — M. **R. Lienhart** ; *Sur la génétique du Lapin castorrex.* Le castorrex est une mutation apparue dans la Sarthe en 1919 et dérivée du Lapin ordinaire ; elle diffère de celui-ci par la disparition des jarres de la fourrure, ce qui donne à l'animal un pelage rappelant celui du Castor et a motivé son exploitation industrielle. Tout d'abord on a considéré la mutation castorrex comme due à un facteur *a*, allélomorphe du facteur A déterminant le pelage normal, et dominé par lui dans les croisements ; mais l'auteur a établi que la formule génétique des castorrex est différente, elle renferme deux facteurs indépendants *a* et *b*, allélomorphes de A et B du Lapin normal. La combinaison *ab ab* est le castorrex original, celui qui a apparu en premier lieu. Les prétendus mutants, signalés par différents auteurs, ne sont nullement des mutations nouvelles mais de simples combinaisons à phénotypes castorrex provenant de l'introduction insoupçonnée, dans des élevages ordinaires de Lapins d'aspect normal, mais hétérozygotes. — M. **A.**

Lacassagne : *Différence de l'action biologique provoquée dans les levures par diverses radiations.* L'auteur a précédemment décrit avec Holweck les modifications provoquées par l'irradiation de la levure *Saccharomyces ellipsoideus* au moyen des rayons X mous. Il compare, dans la présente Note, ces modifications à celles obtenues avec les rayons ultraviolets et les rayons α. — M. **F. Holweck** : *Etude énergétique de l'action biologique de diverses radiations.* — M. **N. Bezssonoff** : *Vitamine A et Carotène.* Tous les faits relatés dans cette note sont défavorables à la supposition que le carotène est la vitamine A des végétaux. La difficulté dans la séparation de la vitamine A et du carotène ne suffit pas à prouver qu'ils sont identiques. D'autant que d'autres explications du lien existant entre la vitamine A et les carotènes s'accordent mieux avec l'ensemble des données expérimentales. Elles consistent à admettre l'absorption sélective de la vitamine A par le carotène, son adhérence spéciale à cette dernière et l'existence entre eux de combinaisons moléculaires. — M. **E. Couture** : *Oxydation des huiles en présence des stérols irradiés.* Les stérols sont pour les huiles siccatives des catalyseurs d'oxydation. Ils sont, de plus, des catalyseurs spécifiques de l'huile d'où ils ont été extraits. L'irradiation accélère cette action, avec un maximum au bout d'une demi-heure et une limite à 10 heures d'irradiation. Cette irradiation peut avoir lieu à l'air libre ou en atmosphère d'azote, avec tout le spectre, ou en lumière de Wood, sans modifier l'action activante. La lumière est indispensable à cette catalyse. Les stérols irradiés semblent donc être pour les huiles, des transformateurs d'énergie lumineuse. — MM. **L. Boëz** et **J. Guillerm** : *Le facteur microbien dans la fabrication de la saumure indochinoise* (Nuoc-mam). Tel qu'il est produit dans la fabrication indigène, qui demande plusieurs mois, le nuoc-mam est, pour une large part, le résultat d'un processus microbien de germes anaérobies stricts, lesquels participent à la fois à l'action digestive et à la production d'un fumet caractéristique. Ils appartiennent à la catégorie des ferments mixtes décrits par Tissier. Leur pouvoir de désintégration permet de préparer en quelques jours au Laboratoire, sans intervention des sucs digestifs, un produit en tous points identique au nuoc-mam obtenu par la méthode saumurière industrielle indigène.

Séance du 3 Mars 1930.

1° Sciences mathématiques. — M. **Bertrand Gambier** : *Sur quelques propriétés des cercles.* — M. **A. Buhl** : *Sur la cartographie, dans E_3, d'intégrales triples à champs déformés dans E_4.* — M. **A. Marchand** : *Sur une propriété topologique caractéristique des courbes de Jordan sans point double.* — M. **Georges Durand** : *Points ordinaires et points singuliers des enveloppes de sphères.* — M. **Henri Poncin** : *Sur un problème mixte dans une couronne circulaire.* — M. **Julius Wolff** : *Sur la dérivée angulaire dans la représentation conforme.* — M. **J. Haag** : *Théorie des goupilles de raquette.* — M. **Emile Borel** : *Sur les probabilités universellement négligeables.* La conclusion qui se dégage des calculs exposés dans cette note, est que les probabilités qui s'expriment par un nombre inférieur à 10^{-1000} sont non seulement négligeables dans la pratique courante de la vie, mais universellement négligeables, c'est-à-dire doivent être traitées comme *rigoureusement égales à zéro* dans toutes les questions qui concernent notre Univers. Le fait qu'elles ne sont pas effectivement nulles peut éventuellement intéresser le métaphysicien ; pour le savant, elles *sont* nulles et les phénomènes auxquels elles se rapportent sont absolument *impossibles.*

2° Sciences physiques. — M. **L. Lecornu** : *Sur la perte de chaleur dans les moteurs à explosion.* — MM. **A. Cotton** et **G. Dupouy** : *Champs magnétiques donnés par le grand électro-aimant de Bellevue.* — M. **Georges Déjardin** : *Second spectre du xénon dans l'intervalle spectral 9000 Å-6000 Å.* — MM. **V. Ambarzumian** et **D. Iwanenko** : *Les électrons inobservables et les rayons β.* — M. **Estanave** : *Nouvelle contribution à la photographie intégrale.* La présente note a pour but de signaler qu'on obtient l'effet stéréoscopique lorsque les deux images du couple sont constituées par une *multitude* d'images du sujet au lieu de l'être, comme dans la stéréoscopie ordinaire, par *deux images seulement*, celle relative à l'œil droit et celle relative à l'œil gauche. — MM. **F. Bourion** et **E. Rouyer** : *Etude cryoscopique du paraldéhyde en solution aqueuse, et dans les solutions de chlorure de potassium.* — M. **Alfred Molnar** : *Recherches sur l'écrouissage du plomb, de l'étain et du cadmium à différentes températures.* Dans le cas du plomb, la compression effectuée à une température inférieure à — 40° produit une augmentation de la dureté qui se conserve intégralement à ces températures. A des températures comprises entre — 40° et + 50°, la dureté après écrouissage revient peu à peu à sa valeur de recuit. Au-dessus de 50°, le recuit est à peu près instantané ; il est donc impossible d'écrouir par compression le plomb, au-dessus de 50°, au moins pour les taux d'écrouissages étudiés (25 à 50 pour 100). Pour l'étain, la température au-dessous de laquelle le recuit spontané ne se produit plus est de — 20° et celle à laquelle il est instantané est de + 50° ; ces températures sont respectivement — 40° et + 25° dans le cas du cadmium ; toujours pour les mêmes taux d'écrouissage. — M. **Marcel Guillot** : *Entraînement du polonium, à l'état de chloropoloniate, par le chloroplombate d'ammonium.* — MM. **Ch. Moureu**, **Ch. Dufraisse** et **N. Drisch** : *Recherches sur le mécanisme de formation du rubrène.* — M. **V. Grignard** et **Th.-N. Iliesco** : *Sur la condensation de l'isobutanal.* — M. **C. Natveyeff** : *Sur la structure dite en cônes emboîtés observée dans la célestine de Wereino (Oural).* Deux hypothèses peuvent servir pour expliquer les propriétés des cristaux montrant la structure à cônes emboîtés : 1° Cette structure provient de ce que les cônes peuvent s'accroître dans des directions arbitraires, mais voisines de la normale à la face p (001), du moins dans la plupart des cas, ou 2°, ces cristaux sont des pseudomorphoses, comme on l'a admis jusqu'ici pour des célestines analogues à celles de Wereino. Il semble bien que tous les faits nouveaux, observés par l'auteur, justifient la première hypothèse.

3° Sciences naturelles. — MM. **A. Gruvel** et **W.**

Besnard : *Description et présentation d'un nouvel appareil océanographique.* Les auteurs ont réalisé un appareil robuste, étudié avec soin, qui permet, à la fois, de recueillir un échantillon d'eau de volume variable, de mesurer la température à une profondeur déterminée, à l'aide de deux thermomètres à renversement au lieu d'un et, enfin, par l'évaluation du volume d'eau recueilli dans un tube spécial, sans valve, de mesurer la profondeur à laquelle on opère. — M. **J. Constantin** : *Les plantes montagnardes et le Lamarckisme.* Les Cannes à sucre cultivées en montagne acquièrent une grande résistance. Transportées à nouveau en plaine elles la conservent pendant six années environ. Cette technique relève du Lamarckisme le plus caractérisé, puisque la résistance acquise à la maladie découle du changement de milieu. On peut admettre hypothétiquement que la résistance stable et transmissible que présentent les Cannes sauvages montagnardes a été acquise par un séjour sur les hauteurs pendant des siècles. Des expériences récentes tendent à prouver qu'en croisant ces Cannes montagnardes avec les Cannes cultivées on obtient un produit résistant. Si ces faits se confirment on pourra y voir un argument en faveur du Lamarckisme. — M. **E.-L. Bouvier** : *Quelques observations sur les Papillons saturnoïdes de la famille des Ceratocampidés.* Les Ceratocampidés sont des Saturnoïdes exclusivement américains qui donnent à la faune du Nouveau Monde un de ses caractères les plus particuliers. En dépit des recherches auxquelles ils ont été soumis, et malgré une monographie relativement récente que leur a consacrée Packard, il s'en faut que des lignes précises servent à délimiter les diverses formes génériques qui les constituent. C'est à combler cette lacune qu'est destinée la présente note. On reconnaît actuellement six genres dans la famille. Fait curieux : une espèce possède une chenille absolument identique à celle d'une espèce dont l'adulte est d'un genre tout à fait différent. — M. **Philippe Fabre** : *Sur les lois d'excitabilité électrique par décharges très brèves sur les muscles rapides.* 1° Les passages de courant excitateur de durée moyenne (10 secondes) sont prolongés par la décharge propre des membranes actives et la loi d'excitabilité se trouve plus ou moins modifiée en apparence jusque dans ce domaine. 2° Les courants de haute fréquence à ondes entretenues n'ont pas d'action excitatrice car l'onde négative détruit l'effet de l'onde positive égale qui l'a précédée. Les courants de haute fréquence à ondes amorties peuvent avoir un effet excitateur car la première demi-onde l'emporte nettement sur celle qui la suit. L'effet sera d'autant plus nette que l'amortissement sera plus grand. — M. **C. Ninni** : *Démonstration de l'existence de l'ultravirus tuberculeux par inoculation directe dans les ganglions lymphatiques.* Il ressort des expériences de l'auteur : 1° Que l'injection intra-ganglionnaire de filtrat de cultures tuberculeuses, ou du virus de passage, est le moyen le plus facile et le plus sûr pour mettre en évidence les formes visibles de l'ultravirus tuberculeux avec les plus faibles doses de filtrat. 2° Que l'on trouve ces bacilles, dans les quinze premiers jours qui suivent l'inoculation. Après cette date, les bacilles sont susceptibles de disparaître.

SOCIETE FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 7 Février 1930.

M. **L. Genillon** : *Sur la formule d'impulsion de M. Ferrier.* — M. **Th. de Donder** : *Sur l'inertie de l'énergie radiante.* — MM. **J. Thibaud** et **J.-J. Trillat** : *Diffraction des rayons X dans différents liquides (acides gras, alcools, glycérine, etc.). Effet de filtration de la radiation générale. Coefficients d'absorption.* On sait que les liquides, traversés par un pinceau de rayons X, donnent lieu à des effets de diffraction caractérisés : apparition de halos circulaires sur les clichés photographiques. Les auteurs ont enregistré les diagrammes de diffraction sous une épaisseur de plusieurs mm. de liquide et sans séparer la radiation caractéristique de l'anticathode de sa radiation générale ; l'absorption du rayonnement dans l'épaisseur du liquide avantageant les longueurs d'onde du fond continu, plus courtes que la radiation caractéristique, il apparaît alors, en plus de l'anneau *fondamental A* caractéristique, un anneau *secondaire B*, dû à la radiation générale. Cet effet est général ; il a été observé aussi bien pour les substances solides (acides palmitique et stéarique, cellulose, caoutchouc) que pour les substances liquides (ac. gras, alcools, triglycérides, carbures). La mesure des coefficients d'absorption des acides gras liquides pour les radiations K du molybdène (μ_1) et du cuivre (μ_2) ont donné : ac. acétique, $\mu_1 = 0,73$; $\mu_2 = 7,9$; acide nonylique, $\mu_1 = 0,5$; $\mu_2 = 4,5$; ac. stéarique fondu, $\mu_1 = 0,5$; $\mu_2 = 3,72$. En calculant les mêmes coefficients à partir de ceux des éléments H, C et O, on constate l'additivité des coefficients d'absorption atomiques. — M. **Fahir Emir** : *Couches monomoléculaires sur le mercure.* L'auteur, en combinant les techniques de MM. Devaux et Marcelin, a établi un appareillage qui permet l'étude quantitative des lames minces sur le mercure. En opérant sur des solutions superficielles relativement concentrées d'acide oléique, il a obtenu les résultats suivants : 1° Les solutions superficielles de l'acide oléique sur le mercure donnent lieu au phénomène de saturation (état au delà duquel la compression du film fait apparaître sur la surface de petites gouttelettes provenant de la condensation réversible du film superficiel). La courbe de détente, à partir d'une solution superficielle très saturée, comporte un palier de saturation suivi d'une courbe rapidement descendante. 2°. La pression de saturation est de 60 dynes/cm. (elle était de 30,9 dynes/cm. sur l'eau). 3° L'épaisseur du film saturé est de 24 A (elle était de 23 A sur l'eau) ; ce résultat vérifie l'hypothèse des molécules dressées sur la surface et juxtaposées lors de la saturation.

Séance du 21 Février 1930.

M. **Marcel Prot** : *Appareil enregistreur pour tous dispositifs à spot.* L'appareil présenté permet l'enregistrement des déplacements du spot d'un appareil de mesure quelconque : galvanomètre, électromètre, etc., tout en laissant la possibilité d'observer directement ce spot sur la règle graduée ordinaire. L'appareil enregistreur est constitué par une caisse dans laquelle se déplace un châssis porte-plaques défilant devant une fente. Son

mouvement est commandé par un appareil à écoulement d'huile, dont la durée totale de déplacement peut aller de 10 secondes à plusieurs jours suivant l'ouverture de l'orifice.

L. B.

Séance du 7 Mars 1930.

M. **E. Darnois** : *Les complexes de Biot-Gernez.* L'auteur désigne sous ce nom les complexes qui se forment dans l'action du molybdate d'ammonium sur l'acide malique et une base, et où Mo peut être remplacé par B, Sb, Al, Cu, Cr, Tu, V, etc. et l'acide malique par les acides-alcools analogues. Leur existence explique beaucoup d'anomalies du pouvoir rotatoire en solution. L'auteur montre comment on peut déterminer la proportion de complexe précédente dans n'importe quelle solution — M. **Galle** : *Observations relatives à la radio-électricité et à la physique du globe faites à l'occasion de l'éclipse totale de Soleil du 9 mai 1929 à Poulo-Condore (Indo-chine).* L'auteur a observé au moment de l'éclipse tous les phénomènes qui se présentent d'habitude au moment du crépuscule et pendant la nuit dans les radiocommunications (variations de la propagation, modification de la nature des parasites, déplacement apparent de la direction des postes). La brutalité du phénomène de éclipse a permis de mettre en évidence pour la première fois la simultanéité et l'instantanéité de ces phénomènes. Il semble donc qu'une certaine ionisation de la haute atmosphère disparaît brusquement lorsque le disque solaire est complètement masqué et ne reparaît que lentement après la totalité de l'éclipse. L'auteur a également étudié l'influence de l'éclipse sur la conductibilité de l'air et la variation des éléments magnétiques et du champ magnétique de l'atmosphère que prennent les vêtements, les murailles, etc. — M. **H. Devaux** : *Les échanges très rapides d'ions entre les tissus vivants et intacts des plantes et des animaux et les solutions salines mises à leur contact.* L'auteur, en plongeant des plantes ou des animaux aquatiques dans des solutions de différents sels, a constaté une fixation énergique de certains cations par l'organisme. Ces expériences mettent en évidence l'existence d'une rétention non osmotique des substances par les tissus vivants des plantes et des animaux, manifestation d'une attraction pure et simple par certaines substances de la cellule. La rétention par attraction est un mode de fixation au moins aussi important que l'emprisonnement dans un sac hémiperméable.

Séance du 21 Mars 1930.

M. **Lambrey** : *Le spectre d'absorption de l'oxyde azotique et l'état normal de la molécule NO.* Le spectre d'absorption de l'oxyde azotique se compose de celles des bandes β et γ (et aussi δ, ε) qui ont pour état initial en absorption l'état normal de la molécule NO, défini au point de vue électronique par un niveau ^2P, au point de vue vibratoire par le nombre quantique $n'' = 0$. Pour les bandes γ, la densité optique d'une masse constante de gaz, enfermée dans un tube de section constante, augmente considérablement lorsque la pression augmente, par suite de la diminution de longueur du tube. L'auteur arrive à la conclusion que, pour toute longueur d'onde, la densité optique réelle est la forme $d = kxp^{1,81}$, où x est la longueur du tube et p la pression. Plusieurs faits sont d'accord avec cette hypothèse. — M. **H. Devaux** : *Départ et rétention des molécules du camphre et d'autres substances odorantes.* Un prisme de camphre à demi plongé dans l'eau s'use rapidement par évaporation pure et simple dans l'air, par dissolution dans l'eau, par arrachement superficiel par la surface de l'eau, cette dernière usure étant de beaucoup la plus considérable. L'évaporation du camphre sur le mercure est très ralentie ; une véritable rétention des molécules se produit pour celles qui touchent directement le mercure. Il en est de même pour d'autres essences telles que l'essence de girofle. En rétrécissant la surface du mercure, l'évaporation recommence à se produire. Là se trouve l'application des odeurs.

L. B.

ACADEMIE DES SCIENCES DE VIENNE

Séance du 5 Décembre 1929.

1° Sciences mathématiques. — M. **G. T. Whyburn** : *Sur la somme de courbes régulières.*

2° Sciences naturelles. — M. **Al. Kœhler** : *Recherches géologico-pétrographiques sur les roches profondes du Waldviertel de la Basse-Autriche et de sa bordure.* I. — M. **Al. Kœhler** : *Analyse chimique de la granulite de cornéenne de Niederndorf (Basse-Autriche).* — M. **K. Ehrenberg** : *Sur un crâne d'ours remarquable de la caverne à ours de Winden dans le Burgenland.* Ce crâne réunit à un tel point les caractères typiques de l'ours brun et ceux de l'ours des cavernes qu'on est amené à l'hypothèse d'un croisement. Ce crâne n'est d'ailleurs pas unique, car l'auteur en a trouvé un autre analogue au Musée du Burgenland, malheureusement d'origine exacte inconnue.

Séance du 12 Décembre 1929.

1° Sciences physiques. — MM. **A. Dadieu** et **K. W. F. Kohlranisch** : *Etudes sur l'effet Raman.* VI : *Le spectre de Raman des substances organiques.* Etude des spectres de Raman de l'acétone, de l'acétate de zinc, de l'acétonitrile, etc... et conclusions qui s'en dégagent. — M. **K. Przibram** : *Remarques sur le sel gemme bleu naturel.* L'auteur cherche à expliquer, en partant des idées de Liedentopf sur la coloration du gemme, les particularités morphologiques du sel gemme bleu naturel. — M. **G. Schaun** : *Action des rayons β et γ sur les solutions d'électrolytes.* L'auteur a répété des essais antérieurs en laissant plonger pendant 2 mois un tube de verre contenant 30 mgr. de radium dans une solution concentrée de nitrate d'argent ; il a noté une précipitation d'argent, ce qui confirme bien la décomposition du sel par les rayons β et γ du radium. — M. **F. Becke** : *La systématique et la nomenclature des 32 classes de symétrie des cristaux.* L'auteur résume les discussions qui ont eu lieu sur ce sujet en Allemagne dans ces dernières années et montre que tous les cristallographes sont aujourd'hui à peu près d'accord sur le fond et ne diffèrent guère que par le mode de représentation.

2° Sciences naturelles. — MM. **W. Schmidt** et

D. Lehmann : *Recherches sur la respiration du sol.* Les auteurs renferment dans une enceinte hermétique un échantillon de sol, puis produisent au-dessus des variations de la pression de l'air et calculent quelle proportion de l'air du sol participe à ces variations, et par conséquent est mobile. L'air mobile du sol obéit très rapidement dans la nature aux variations de la pression extérieure. C'est ce phénomène, et non la diffusion le long des espaces capillaires du sol, qui explique la respiration du sol, très importante pour la pénétration de l'oxygène et l'élimination de l'acide carbonique.

Séance du 16 Janvier 1930.

1° Sciences mathématiques. — M. **K. Menger** : *Projet d'une nouvelle théorie de la mesure.* I. Axiomatique de la dimension et de la mesure. II. Les bases topologiques de la nouvelle définition de la mesure dans le plan. III. Une nouvelle définition de la mesure.

2° Sciences physiques. — MM. **L. Moser, K. Neumayer** et **K. Winter** : *Nouvelles méthodes pour séparer le titane des autres éléments.* Les auteurs sont parvenus à séparer facilement le titane : des métaux trivalents Fe, Al, Cr, voisins au point de vue analytique, des métaux bivalents Mn, Ni, Bo, Zn, puis des métaux alcalino-terreux et du Be, et enfin de l'acide silicique et de l'acide phosphorique. Ils ont utilisé trois méthodes : hydrolyse du titane avec le mélange chlorure-bromate, et la formation de complexes avec l'acide sulfosalicylique, déjà décrites, enfin l'emploi de l'acide tannique et de l'antipyrine en solution sulfurique $n/1$. — MM. **A. Kailan** et **A. Ostermann** : *Sur les vitesses d'éthérification avec l'acide chlorhydrique en solution éthylalcoolique, éthylèneglycolique et glycérique.* — M. **J. Hoffmann** : *Comportement de l'outremer et de quelques silicates et borates naturels et artificiels vis-à-vis des rayons de radium.* La néphéline, la sodalite, la noséane, l'outremer vert, violet et blanc sont modifiés par les rayons β et γ ; l'outremer bleu, jaune et rouge, la haüyne bleue et la partie bleue du lapis-lazuli ne le sont pas. Les borates sont colorés par le rayonnement.

3° Sciences naturelles. — M. **H.-R. von Gaertner** : *Géologie des Alpes carniques centrales.* — M. **M. Glaessner** : *L'étage danien du bassin de Gosau.* — M. **F. Werner** : *Résultats scientifiques d'un voyage de recherches zoologiques dans l'ouest de l'Algérie et le Maroc.* III. Description de Mollusques terrestres, Insectes, Myriapodes et Arachnides. — M. **P. Esben-Petersen** : *Névroptères de l'Expédition zoologique au Soudan anglo-égyptien.* Description de 14 espèces, dont un genre et espèce nouveaux (*Oligoleon longipennis*) et une espèce nouvelle du genre *Costachillea* (*C. werneri*). — M. **J. Schaffer** : *Sur le changement de fonction dans les organes glandulaires de la peau.* Les recherches de l'auteur sur les organes glandulaires de la peau des Mammifères l'amènent à constater un changement de fonction de ces organes qui présente une certaine analogie avec le dimorphisme saisonnier du testicule de plusieurs animaux.

Séance du 23 Janvier 1930.

1° Sciences mathématiques. — M. **G.-T. Whyburn** : *Sur des continua décomposant héréditairement le plan. Un théorème sur les continua du plan.* — M. **G.-T. Whyburn** : *Quantités cohérentes complètement découpables.* — M. **L. Kober** : *La répartition des masses à la surface de la Terre.* L'auteur déduit de certaines considérations simples que l'étendue respective des continents (150.000.000 km²) et des océans (360.000.000 km²) est en raison inverse de leur densité (2,4 et 1), de sorte que le poids des continents est égal à celui des océans. Il en déduit une série de conclusions d'ordre géophysique. — M. **F. Mataschek** fait remarquer à ce sujet que dans l'estimation de l'étendue des continents, il faut tenir compte du plateau continental (de 0 à 200 m. de profondeur), qui doit en conséquence être déduite de l'étendue des océans. Le rapport des étendues (1 : 1,92) est donc différent de celui des densités (2,6 : 1). Si l'étendue de la terre et de la mer est en raison inverse des densités, c'est plutôt un effet du hasard que d'une loi générale.

2° Sciences physiques. — M. **F. Hœlzl** : *La mobilité de quelques ions contenant du fer.* I. *Comparaison de sels de fer simples et complexes.* — M. **K. Morsch** : *Action de l'hydrate de chloral et de l'hydroxylamine sur les phénylènediamines isomères.*

Séance du 30 Janvier 1930.

1° Sciences mathématiques. — M. **H. Hornich** : *Sur les propriétés de cohérence en général et en particulier.*

2° Sciences physiques. — M. **A. Sommerfeld** : *Sur les moments paramagnétiques des terres rares.* — MM. **E. Bentel** et **A. Kutzelnigg** : *Contribution à l'analyse par luminescence.* I. — M. **G. Lock** : *Sur les dérivés de l'éther phénylique.* I. *Dérivés mono-nitro, — amino* et *oxy*. Les trois dérivés mononitrés de l'éther phénylique s'obtiennent aux dépens des bromonitrobenzènes correspondants par condensation avec le phénol et un alcali. Les dérivés aminés s'obtiennent par réduction des précédents. Les dérivés *o*- et *p*-oxy peuvent être préparés par condensation directe des bromophénols avec le phénol potassé. — M. **K. Beaucourt** : *Etude des constituants de la résine.* II. *Déshydratation de l'acide boswellique.* Par déshydratation de ce corps avec le sélénium ou le charbon palladié, on obtient un mélange d'hydrocarbures $C^{13}H^{14}$, $C^{14}H^{16}$, $C^{30}H^{34}$, F.216°-218°, et $C^{30}H^{22}$, F.306°-307. — M. **A. Rollett** : *Recherches sur le baume de tolu.*

3° Sciences naturelles. — M. **E. Morton** : *Rapport sur un voyage d'exploration botanique au Guatémala* (1928-29). L'auteur a pu faire d'intéressantes études sur les associations *Quercus-Gaultheria-Broméliacées* et les forêts des Conifères du haut pays. — M. **Th. Pintner** : *Tétrarhynques de Pacific Grove* (*Californie*). L'auteur a étudié 2 espèces de Tétrarhynques provenant de cette région. L'un, trouvé sur la valvule spirale du *Squalus sucklii*, s'est montré identique au T. tetrabothrium van Ben. 1849, ce qui prouve le cosmopolitisme de cette espèce. L'autre constitue des formes jeunes non matures enkystées dans la peau abdominale de *Chimaera collici*.

L. B.

Le Gérant : Gaston Doin.

Sté Gle d'Imp. et d'Edit., 1, rue de la Bertauche, Sens. — 6-30